# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1835,*

**PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.**

**TOME SOIXANTE-QUATORZIÈME.**

JANVIER — JUIN 1872.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1872

# ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1^ER^ JANVIER 1872.

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✠).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✠).
HERMITE (Charles) (O. ✠).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✠).
BONNET (Pierre-Ossian) ✠.
PUISEUX (Victor-Alexandre) ✠.

### SECTION II. — *Mécanique.*

DUPIN (Le Baron Pierre-Charles-François) (G. O. ✠).
MORIN (Arthur-Jules) (G. O. ✠).
COMBES (Charles-Pierre-Mathieu) (C. ✠).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✠).
PHILLIPS (Édouard) ✠.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✠).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✠).
LAUGIER (Paul-Auguste-Ernest) (O. ✠).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✠).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✠).
DELAUNAY (Charles-Eugène) (O. ✠).

### SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✠).
PARIS (Le Contre-Amiral François-Edmond) (G. O. ✠).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✠).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✠).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✠.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✠.

### Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

BECQUEREL (Antoine-César) (C. ✵).
BABINET (Jacques) ✵.
DUHAMEL (Jean-Marie-Constant) (C. ✵).
FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) ✵.
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (O. ✵).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✵).

## SCIENCES PHYSIQUES.

### Section VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. O. ✵).
REGNAULT (Henri-Victor) (C. ✵).
BALARD (Antoine-Jérôme) (C. ✵).
FREMY (Edmond) (O. ✵).
WURTZ (Charles-Adolphe) (C. ✵).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (O. ✵).

### Section VII. — *Minéralogie.*

DELAFOSSE (Gabriel) (O. ✵).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Charles-Joseph) (O. ✵).
DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (C. ✵).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Étienne-Henri) (C. ✵).
PASTEUR (Louis) (C. ✵).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✵.

### Section VIII. — *Botanique.*

BRONGNIART (Adolphe-Théodore) (C. ✵).
TULASNE (Louis-René) ✵.
GAY (Claude) ✵.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✵).
NAUDIN (Charles-Victor) ✵.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien) ✵.

### SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✵).
DECAISNE (Joseph) (O. ✵).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✵).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✵.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✵).
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✵).
COSTE (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) (O. ✵).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✵).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✵.
ROBIN (Charles-Philippe) ✵.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) ✵.

### SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✵).
BERNARD (Claude) (C. ✵).
CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✵).
NÉLATON (Auguste) (G. O. ✵).
LAUGIER (Stanislas) (O. ✵).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✵).

## SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✵), pour les Sciences Mathématiques.
DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✵), pour les Sciences Physiques.

## ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✵).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✵).
VAILLANT (Le Maréchal Jean-Baptiste-Philibert) (G. C. ✵).
VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER DE) ✵.
PASSY (Antoine-François) (C. ✵).
JAUBERT (Le Comte Hippolyte-François) (O. ✵).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✵).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✵).

## ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
LIEBIG (Le Baron Justus DE) (C. ✵), à Munich, *Bavière*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue, *Prusse*.
DE LA RIVE (Auguste) ✵, à Genève, *Suisse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

# CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE (Victor-Amédée) ✵, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

## SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BURDIN (Claude) (O. ✻), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*.
SEGUIN aîné (Marc) (O. ✻), à Montbard, *Côte-d'Or*.
MOSELEY (Henry), à Londres, *Angleterre*.
FAIRBAIRN (William) ✻, à Manchester, *Angleterre*.
CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière*.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles, *Seine-et-Oise*.

## SECTION III. — *Astronomie* (16).

AIRY (Georges-Biddell) ✻, à Greenwich, *Angleterre*.
HANSEN (Peter-Andrea), à Gotha, *Saxe Ducale*.
SANTINI (Giovanni), à Padoue, *Italie*.
ARGELANDER (Friedrich-Wilhelm-August), à Bonn, *Prusse*.
HIND (John-Russell), à Londres, *Angleterre*.
PETERS (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse*.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre*.
SECCHI (Le Père Angelo) (O. ✻), à Rome, *Italie*.
CAYLEY (Arthur), à Londres, *Angleterre*.
MAC-LEAR (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap*.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkowa, *Russie*.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève, *Suisse*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .

## SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LÜTKE (L'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
RICHARDS (Le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre*.
LIVINGSTONE (David).
CHAZALLON (Antoine-Marie-Remi), à Desaignes, *Ardèche*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

HANSTEEN (Christoph), à Christiania, *Norvége.*
WHEATSTONE (Charles) ✵, à Londres, *Angleterre.*
PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique.*
WEBER (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse.*
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin.*
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
MAYER (Jules-Robert DE), à Heilbronn, *Bavière.*
KIRCHHOFF (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
JOULE (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre.*

## SCIENCES PHYSIQUES.

### Section VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✵), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
MALAGUTI (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✵), à Rennes, *Ille-et-Vilaine.*
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre.*
FAVRE (Pierre-Antoine) ✵, à Marseille, *Bouches-du-Rhône.*
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève, *Suisse.*
FRANKLAND (Edward), à Londres, *Angleterre.*
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section VII. — *Minéralogie* (8).

ROSE (Gustave), à Berlin, *Prusse.*
OMALIUS D'HALLOY (Jean-Baptiste-Julien D'), à Halloy, près de Ciney, *Belgique.*
SEDGWICK (Adam), à Cambridge, *Angleterre.*
LYELL (Sir Charles), à Londres, *Angleterre.*
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✵), à Villemoisson, *Seine-et-Oise.*
NAUMANN (Carl-Friedrich), à Leipzig, *Saxe.*
MILLER (William HALLOWES), à Cambridge, *Angleterre.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

MOHL (Hugo), à Tubingue, *Wurtemberg.*
LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✵, à Lille, *Nord.*
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève, *Suisse.*
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✵, à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
THURET (Gustave-Adolphe), à Antibes, *Var.*
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse.*
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre.*
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✵), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme,*
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✵), à Lille, *Nord.*
PIERRE (Isidore) ✵, à Caen, *Calvados.*
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✵.) à Cirey-les-Forges, *Meurthe.*
REISET (Jules) (O. ✵), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure.*
MARTINS (Charles-Frédéric) ✵, à Montpellier, *Hérault.*
VIBRAYE (Le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher.*
VERGNETTE-LAMOTTE (Le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or.*
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✵, à Montpellier, *Hérault.*
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie.*

### Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Louis) (O. ✵), à Cambridge, *États-Unis.*
POUCHET (Félix-Archimède) (O. ✵), à Rouen, *Seine-Inférieure.*
DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✵, à Montpellier, *Hérault.*
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique.*
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière.*
PICTET (François-Jules), à Genève, *Suisse.*
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

**SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).**

Messieurs :

SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
VIRCHOW (Rodolphe DE), à Berlin, *Prusse.*
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
EHRMANN (Charles-Henri) (O. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
GINTRAC (Élie) (O. ✻), à Bordeaux, *Gironde.*
ROKITANSKI, à Vienne, *Autriche.*
LEBERT (Hermann) (O. ✻), à Breslau, *Silésie.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

---

*Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.*

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

---

*Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.*

BECQUEREL.

---

*Changements survenus dans le cours de l'année* 1871.

(*Voir* à la page 15 de ce volume.)

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

## RENOUVELLEMENT ANNUEL
### DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, dans les Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

| | | |
|---|---|---|
| M. de Quatrefages obtient. . . . | 46 | suffrages. |
| M. Balard. . . . . . . . . . . . | 11 | » |
| M. Chevreul . . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Milne Edwards. . . . . . . . | 1 | » |

**M. de Quatrefarges**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1872.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

| | | |
|---|---|---|
| M. Chasles obtient. . . . . . . | 48 | suffrages. |
| M. Decaisne. . . . . . . . . . | 47 | » |
| M. Brongniart. . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Chevreul. . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Mathieu . . . . . . . . . . | 1 | » |

**MM. Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont déclarés élus.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

En l'absence de **M. Coste**, Président de l'Académie, **M. Faye**, Vice-Président, donne à cet égard les renseignements suivants, après avoir donné lecture de la Lettre suivante, qu'il a reçue de M. Coste :

« Merci de vos bons offices et de votre affectueuse sympathie. Ma santé générale est rétablie; mais il me reste encore quelques retours de souffrances de mes yeux, qui vont diminuant de jour en jour, et j'espère bien que le premier mois de l'année ne se passera pas sans que j'aille prendre place parmi mes chers Confrères. »

## *État de l'impression des Recueils de l'Académie au* 1er *janvier* 1872.

*Volumes publiés.*

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXIX (2e semestre 1869), le tome LXX (1er semestre 1870), le tome LXXI (2e semestre 1870) ont été mis en distribution avec leur Table.

» Les numéros ont paru chaque semaine avec la régularité habituelle.

*Volumes en cours de publication.*

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVIII a vingt-quatre feuilles tirées. Le Mémoire de M. Phillips sur l'équilibre des corps solides élastiques semblables est renfermé dans les feuilles 1 à 3.

» Celui de M. le général Morin, sur l'insalubrité des poêles en fonte occupe les feuilles 4 à 11.

» Les feuilles 12 et 13 sont réservées au Mémoire de M. Phillips sur le mouvement des corps solides élastiques semblables.

» Les feuilles 14 à 24 contiennent différents Mémoires de M. Becquerel.

» L'imprimerie a encore en copie environ quinze feuilles du même auteur.

» Ces travaux seront suivis du Mémoire de M. Serret sur le principe de la moindre action. Ce Mémoire, qui formera cinq feuilles, est entièrement composé.

» Le tome XXXIX, réservé au Mémoire de M. Chevreul sur la laine et le suint, a treize feuilles tirées.

» L'imprimerie n'a plus de copie.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XX de ce Recueil a cinquante-huit feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 10 renferment le Mémoire de M. Mannheim sur le déplacement d'une figure de forme invariable.

» Le Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des solides est contenu dans les feuilles 11 à 23.

» Celui de M. le général Didion, sur le tracé des roues hydrauliques à aubes courbes de M. le général Poncelet, est représenté par les feuilles 24 à 35.

» Viennent ensuite : la feuille 36, réservée au complément du Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des corps solides, les feuilles 37 à 58 qui contiennent le Mémoire de M. Dausse sur les inondations. Ce Mémoire sera terminé par le tirage des feuilles 59 à 63. Les planches qui l'accompagnent sont gravées. La fin du Mémoire est en pages.

» Les feuilles 64 à 77 renferment le Mémoire de M. Boussinesq sur la théorie des ondes liquides périodiques. L'imprimerie en a les bons à tirer.

» Enfin le volume se termine par le travail de M. Tresca sur le poinçonnage. Les feuilles 79 à 98 sont en bon à tirer; les feuilles 99 à 104 vont suivre rapidement.

» Les six planches qui accompagnent ce Mémoire sont au tirage.

» Le tome XXI a trente-trois feuilles tirées.

» Ces trente-trois feuilles renferment le travail de M. Van Tieghem sur la structure du pistil et du fruit.

» Le Mémoire de M. Puiseux sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune, qui doit suivre, est en pages pour une partie. Il reste à l'imprimerie quarante feuillets de manuscrit qui formeront environ sept feuilles.

» L'imprimerie a en mains les manuscrits de M. Graeff sur la théorie du mouvement des eaux et celui de M. Bouquet sur les intégrales elliptiques.

» Le Mémoire de M. Graeff formera environ vingt-deux feuilles, celui de M. Bouquet deux feuilles.

## *Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1871.*

*Membres décédés.*

» *Section de Mécanique :* **M. le Général Piobert**, le 9 juin.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* **M. Longet**, le 20 avril.

» *Section d'Économie rurale :* **M. Payen**, le 12 mai.

» *Associés étrangers :* **M. J. Herschel**, le 11 mai; **M. R.-I. Murchison**, le 22 octobre.

*Membres élus.*

» *Section de Géométrie :* **M. Puiseux**, le 10 juillet, en remplacement de **M. Lamé**, décédé.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* **M. de Lacaze-Duthiers**, le 31 juillet, en remplacement de **M. Longet**, décédé.

» *Académiciens libres :* **M. Belgrand**, le 28 août, en remplacement de **M. A. Duméril**, décédé.

## *Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1871.*

*Correspondants décédés.*

» *Section de Minéralogie :* **M. Haidinger**, à Vienne, le 19 mars.

» *Section de Botanique :* **M. Lecoq**, à Clermont-Ferrand, le 4 août.

*Membres à remplacer.*

» *Section de Mécanique :* **M. Piobert**, décédé le 9 juin.

» *Section d'Économie rurale :* **M. Payen**, décédé le 12 mai.

» *Associés étrangers :* **M. J. Herschel**, décédé le 11 mai; **M. Murchison**, décédé le 22 octobre.

*Correspondants à remplacer.*

» *Section d'Astronomie :* **M. Encke**, à Berlin, décédé le 26 août 1865; **M. l'Amiral Smyth**, à Londres, décédé le 9 septembre 1865; **M. Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; **M. Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **d'Abbadie**, élu Membre de l'Académie le 22 avril 1867; M. **de Demidoff**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 29 avril 1870; M. **de Wrangel**, à Saint-Pétersbourg, décédé le... 1870.

» *Section de Chimie :* M. **Bérard**, à Montpellier, décédé le 10 juin 1869; M. T. **Graham**, à Londres, décédé le 16 septembre 1869.

» *Section de Minéralogie :* M. **Haidinger**, à Vienne, décédé le 19 mars 1871.

» *Section de Botanique :* M. **Lecoq**, à Clermont-Ferrand, décédé le 4 août 1871.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Quoy**, à Brest, décédé le 4 juillet 1869; M. **Purkinje**, à Prague, décédé le 28 juillet 1869.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Guyon**, à Alger, décédé le 23 août 1870

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Mathieu** présente à l'Académie, de la part du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire* de l'année 1872.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur les mouvements du périgée et du nœud de la Lune; par* M. **Delaunay.**

« Le mouvement direct du périgée de la Lune et le mouvement rétrograde du nœud ascendant de son orbite sont dus à l'action du Soleil sur notre satellite. La théorie nous permet de déterminer ces deux mouvements. On sait que le premier calcul qui en a été fait a conduit à un résultat singulier : les vitesses de ces deux mouvements ont été trouvées exactement les mêmes, tandis que, d'après l'observation, la vitesse du premier est au moins double de celle du second. On commençait même, en raison de cette circonstance, à concevoir des doutes sérieux sur la complète exactitude de la loi d'attraction de Newton, lorsque des calculs ultérieurs ont montré qu'il n'y avait là qu'une question d'approximation. L'égalité de vitesse des deux mouvements, résultant des premiers termes calculés, était

loin de se maintenir lorsqu'on poussait l'approximation plus loin qu'on ne l'avait fait tout d'abord; et la différence qui se manifestait ainsi, après les premiers calculs, concordait très-bien avec celle que les observations avaient fait connaître.

» Le grand développement que l'on a été conduit successivement à donner au calcul des inégalités lunaires, a permis de compléter ces premières recherches sur les mouvements du périgée et du nœud de la Lune. Mais, quoi que l'on ait pu faire jusqu'à présent, le résultat auquel on parvient n'est pas d'une exactitude suffisante pour les besoins de la construction des Tables de la Lune. On comprend en effet, que les moyens mouvements du périgée et du nœud devant être multipliés par le temps pour fournir les positions de ces deux points de l'orbite de la Lune à une époque quelconque, l'erreur commise sur la valeur de chacun d'eux se trouve aussi multipliée par ce facteur. L'altération qui en résulte, pour la position du périgée et du nœud, ne pourrait donc rester dans les étroites limites que comporte l'exactitude des observations, qu'à la condition que les moyens mouvements dont il s'agit fussent connus avec une précision extrême, de beaucoup supérieure à celle dont on a besoin pour les coefficients des diverses inégalités périodiques. Aussi, tandis que la théorie nous permet de déterminer toutes les inégalités périodiques de la Lune, sans aucune exception, avec tout le degré de précision dont on a besoin, sommes nous encore forcés de recourir à la discussion des observations pour obtenir avec la précision requise les valeurs des moyens mouvements du périgée et du nœud. C'est un reste d'empirisme que nous sommes obligés de conserver encore dans la théorie de la Lune, jusqu'à ce que, par quelque nouveau procédé spécialement adapté à ce point particulier, on soit parvenu à y porter l'approximation à un degré suffisant.

» Quoi qu'il en soit, il y a un grand intérêt à voir comment les valeurs théoriques des moyens mouvements du périgée et du nœud de la Lune concordent de plus en plus avec celles que fournissent les observations, à mesure que l'approximation du calcul est poussée plus loin. C'est ce qui ressort nettement des formules auxquelles je suis parvenu.

» J'ai donné, à la fin du chapitre VI de ma *Théorie du mouvement de la Lune* (t. II, p. 237 et 238), les valeurs finales de $\frac{dl}{dt}$, $\frac{dg}{dt}$, $\frac{dh}{dt}$. Les séries qui entrent dans ces expressions s'y trouvent calculées jusqu'aux quantités du septième ordre inclusivement. Or $h$ est la longitude du nœud ascendant de la Lune, et $g + h$ est celle de son périgée. Les recherches supplémen-

taires que j'ai effectuées ensuite, et qui sont développées dans le chapitre X, m'ont permis de pousser l'approximation jusqu'aux termes les plus importants du neuvième ordre dans la valeur de $\frac{d(h+g)}{dt}$. En effectuant, dans les expressions de $\frac{dh}{dt}$ (moyen mouvement du nœud) et de $\frac{d(h+g)}{dt}$ (moyen mouvement du périgée), le changement de constantes qui est expliqué au chapitre XI, p. 800, je suis arrivé aux formules suivantes (*) :

$$\begin{aligned}
\frac{dh}{dt} = -n\Big[&\left(\frac{3}{4} - \frac{3}{2}\gamma^2 + \frac{3}{2}e^2 + \frac{9}{8}e'^2 + \frac{51}{8}\gamma^2 e^2 - \frac{9}{4}\gamma^2 e'^2 - \frac{21}{64}e^4 + \frac{9}{4}e^2 e'^2 + \frac{45}{32}e'^4\right)m^2 \\
&- \left(\frac{9}{32} - \frac{27}{16}\gamma^2 - \frac{189}{32}e^2 + \frac{23}{32}e'^2 + \frac{27}{16}\gamma^4 + \frac{567}{16}\gamma^2 e^2 - \frac{99}{16}\gamma^2 e'^2 - \frac{675}{256}e^4 - \frac{349}{16}e^2 e'^2\right)m^3 \\
&- \left(\frac{273}{128} - \frac{843}{128}\gamma^2 - \frac{2739}{128}e^2 + \frac{3261}{256}e'^2\right)m^4 \\
&- \left(\frac{9797}{2048} - \frac{7185}{1024}\gamma^2 - \frac{165411}{2048}e^2 + \frac{73423}{1024}e'^2\right)m^5 \\
&- \frac{199273}{24576}m^6 - \frac{6657733}{589824}m^7 + \left(\frac{45}{32}m^2 + \frac{1935}{512}m^3\right)\frac{a^2}{a'^2}\Big].
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{d(h+g)}{dt} = n\Big[&\left(\frac{3}{4} - 6\gamma^2 - \frac{3}{8}e^2 + \frac{9}{8}e'^2 - \frac{45}{4}\gamma^4 + \frac{69}{8}\gamma^2 e^2 - 9\gamma^2 e'^2 - \frac{3}{32}e^4 - \frac{9}{16}e^2 e'^2 + \frac{45}{32}e'^4\right)m^2 \\
&+ \left(\frac{225}{32} - \frac{189}{8}\gamma^2 - \frac{675}{64}e^2 + \frac{825}{32}e'^2 + \frac{1107}{16}\gamma^4 + \frac{81}{32}\gamma^2 e^2 - \frac{349}{4}\gamma^2 e'^2 - \frac{2475}{64}e^2 e'^2\right)m^3 \\
&+ \left(\frac{4071}{128} - \frac{3963}{32}\gamma^2 - \frac{31605}{512}e^2 + \frac{61179}{256}e'^2\right)m^4 \\
&+ \left(\frac{265493}{2048} - \frac{335403}{512}\gamma^2 - \frac{1483665}{4096}e^2 + \frac{1767849}{1024}e'^2\right)m^5 \\
&+ \left(\frac{12822631}{24576} - \frac{25291729}{16384}e^2\right)m^6 + \left(\frac{1273925965}{589824} + \frac{352038885}{1179648}e^2\right)m^7 \\
&+ \frac{71028685589}{7077888}m^8 + \frac{32145882707741}{679477248}m^9 + \left(\frac{45}{32}m^2 + \frac{7425}{512}m^3\right)\frac{a^2}{a'^2}\Big].
\end{aligned}$$

» Réduisons en nombres les divers termes de ces deux formules, en prenant pour $n$ le moyen mouvement diurne de la Lune, c'est-à-dire 47435″,0286, et attribuant aux autres lettres les valeurs indiquées au chapitre XI. Nous aurons ainsi les résultats suivants :

(*) M. Cayley a fait subir la même transformation à mes formules du chapitre VI, et en publié les résultats dans les *Monthly Notices* de la Société Astronomique de Londres (cahier de novembre 1871). Ces résultats, qui s'arrêtent aux termes du septième ordre, concordent complétement avec ceux que je donne ici.

*Moyen mouvement diurne du nœud.*

| Termes en | | Termes en | | Termes en | |
|---|---|---|---|---|---|
| $m$ ....... | $-199'',0577$ | $e^2m^3$ ....... | $-0'',3534$ | $m^5$ ......... | $+0'',5314$ |
| $\gamma^2m^2$ ...... | $+0,8021$ | $e'^2m^3$ ....... | $+0,0040$ | $\gamma^2m^5$ ....... | $-0,0016$ |
| $e^2m^2$ ...... | $-1,1999$ | $\gamma^4m^3$ ....... | $+0,0001$ | $e^2m^5$ ....... | $-0,0270$ |
| $e'^2m^2$ ...... | $-0,0840$ | $\gamma^2e^2m^3$ ..... | $+0,0043$ | $e'^2m^5$ ....... | $+0,0022$ |
| $\gamma^2e^2m^2$ ..... | $-0,0103$ | $\gamma^2e'^2m^3$ ..... | $-0,0001$ | $m^6$ ......... | $+0,0674$ |
| $\gamma^2e'^2m^2$ .... | $+0,0003$ | $e^4m^3$ ....... | $-0,0005$ | $m^7$ ......... | $+0,0070$ |
| $e^4m^2$ ...... | $+0,0008$ | $e^2e'^2m^3$ ..... | $-0,0004$ | $m^2\dfrac{a^2}{a'^2}$ ...... | $-0,0024$ |
| $e^2e'^2m^2$ .... | $-0,0005$ | $m^4$ ......... | $+3,1673$ | | |
| $e'^4m^2$ ...... | $-0,0000$ | $\gamma^2m^4$ ....... | $-0,0197$ | $m^3\dfrac{a^2}{a'^2}$ ...... | $-0,0005$ |
| $m^3$ ........ | $+5,5837$ | $e^2m^4$ ....... | $-0,0958$ | | |
| $\gamma^2m^3$ ...... | $-0,0675$ | $e'^2m^4$ ....... | $+0,0053$ | | |

*Moyen mouvement diurne du périgée.*

| Termes en | | Termes en | | Termes en | |
|---|---|---|---|---|---|
| $m^2$ ........ | $+199'',0577$ | $e^2m^3$ ....... | $-0'',6311$ | $e^2m^5$ ....... | $-0'',1213$ |
| $\gamma^2m^2$ ...... | $-3,2085$ | $e'^2m^3$ ....... | $+0,1440$ | $e'^2m^5$ ....... | $+0,0539$ |
| $e^2m^2$ ...... | $-0,3000$ | $\gamma^4m^3$ ....... | $+0,0056$ | $m^6$ ......... | $+4,3353$ |
| $e'^2m^2$ ...... | $+0,0840$ | $\gamma^2e^2m^3$ ..... | $+0,0003$ | $e^2m^6$ ....... | $-0,0387$ |
| $\gamma^4m^2$ ...... | $-0,0121$ | $\gamma^2e'^2m^3$ ..... | $-0,0010$ | $m^7$ ......... | $+1,3424$ |
| $\gamma^2e^2m^2$ .... | $+0,0139$ | $e^2e'^2m^3$ ..... | $-0,0006$ | $e^2m^7$ ....... | $+0,0006$ |
| $\gamma^2e'^2m^2$ .... | $-0,0013$ | $m^4$ ......... | $+47,2310$ | $m^8$ ........ | $+0,4666$ |
| $e^4m^2$ ...... | $-0,0002$ | $\gamma^2m^4$ ....... | $-0,3705$ | $m^9$ ......... | $+0,1645$ |
| $e^2e'^2m^2$ .... | $-0,0001$ | $e^2m^4$ ....... | $-0,2763$ | $m^2\dfrac{a^2}{a'^2}$ ...... | $+0,0024$ |
| $e'^4m^2$ ...... | $+0,0000$ | $e'^2m^4$ ....... | $+0,0998$ | | |
| $m^3$ ........ | $+139,5917$ | $m^5$ ......... | $+14,4002$ | $m^3\dfrac{a^2}{a'^2}$ ...... | $+0,0019$ |
| $\gamma^2m^3$ ...... | $-0,9450$ | $\gamma^2m^5$ ....... | $-0,1466$ | | |

» En additionnant les valeurs des différents termes, on trouve,

pour le moyen mouvement diurne du nœud.......... $-190'',7454$
» » du périgée......... $+400'',9425$

» Ces résultats diffèrent à peine des nombres

$$-190'',633, \quad +401'',058,$$

que fournissent, pour ces deux moyens mouvements, les nombreuses observations de la Lune discutées par M. Airy. D'ailleurs, si l'on considère seulement les termes qui ne renferment que les puissances de $m$, termes qui constituent la partie la plus importante de chacune des deux séries ci-dessus, et qui, dans leur succession, manifestent un degré de conver-

gence très-prononcé, il est aisé de voir que la suite de ces termes, continuée par induction au delà du dernier d'entre eux, tend à faire disparaître les légères différences qui restent encore entre ces nombres. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs aux axes harmoniques des courbes géométriques; par* M. CHASLES.

CHAPITRE VII.

» On considère deux courbes unicursales $U_{m'}$, $U_{m''}$, donnant lieu à des axes harmoniques d'une ou de deux courbes $U_m$, $U_{m_1}$.

» **161.** *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points* $\alpha$ ; *les droites menées des points* $\alpha'$ *aux pôles de la tangente en* a′, *relatifs à* $U_m$, *enveloppent une courbe de la classe* $2mm''(m'-1)(m-1)$.

» **162.** *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points* $\alpha$; *les droites menées du point* a′ *aux points* $\alpha'$ *rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $m''(mm'+2m'-2)$.

» **163.** *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène un axe harmonique* (*relatif à* $U_m$) *satisfaisant à cette double condition, que cet axe et la droite menée du point* a′ *à son pôle rencontrent* $U_{m''}$ *en deux points correspondants, tels que* $\alpha$ *et* $\alpha'$ :

» 1° *Ces axes harmoniques* a$\alpha$ *enveloppent une courbe de la classe* $m'm''(m-1)(2m-1)$;

» 2° *Les droites* a′$\alpha'$ *sur lesquelles se trouvent leurs pôles enveloppent une courbe de la classe* $m'm''(m^2-1)$;

» 3° *Le lieu du point de concours des deux droites* a$\alpha$, a′$\alpha'$ *est une courbe de l'ordre* $3mm'm''(m-1)$.

» **164.** *De chaque point* $\alpha$ *de* $U_{m''}$ *on mène une tangente à* $U_{m'}$, *dont le point de contact est* a; *l'axe harmonique du point* a′, *relatif à* $U_m$, *rencontre l'axe harmonique du point* $\alpha'$, *relatif à* $U_{m_1}$, *sur une courbe de l'ordre* $m''[2(m'-1)m_1+m'm-3m'+2]$.

» **165.** *De chaque point* $\alpha$ *de* $U_{m''}$ *on mène les tangentes de* $U_{m'}$, *et l'on prend les axes harmoniques des points de contact, relatifs à* $U_m$; *puis, du point* $\alpha'$ *on mène des droites aux pôles de la tangente en* a′, *relatifs à* $U_{m_1}$, *ces droites rencontrent les axes harmoniques sur une courbe de l'ordre*

$$m''(m_1-1)[2(m'-1)m_1+m'(m-1)(m_1-1)].$$

» OBSERVATION. — Au lieu de considérer sur chacune des deux courbes unicursales $U_{m'}$, $U_{m''}$ deux séries de points correspondants, indépendantes entre elles, comme nous venons de le faire, on peut ne prendre sur chaque

courbe qu'une seule série de points, qui alors se correspondent; ou bien, prendre deux séries sur une courbe, et une seule série sur l'autre, les points de cette série devant correspondre aux couples de points des deux autres séries; ou bien encore trois séries de points correspondants sur trois courbes différentes.

» Voici quelques exemples de ces diverses conditions.

» **166.** *Si l'on a deux séries de points* a *et* a', *qui se correspondent anharmoniquement, les premiers sur* $U_{m'}$, *et les seconds sur* $U_{m''}$, *les droites menées des pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$, *au point* a' *de* $U_{m''}$, *enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m''(m-1)+2(m'-1)]$.

» **167.** *Si l'on mène de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *les tangentes d'une courbe* $U_{m'''}$, *et du point correspondant* a' *de* $U_{m''}$ *des droites aux pôles de ces tangentes, ces droites enveloppent une courbe de la classe* $n'''(m-1)[m'+m''(m-1)]$.

» **168.** *On a sur* $U_{m'}$ *deux séries de points* a, a' *qui se correspondent anharmoniquement, et sur* $U_{m''}$ *une troisième série de points* a'' *qui correspondent aux premiers; des pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *(relatifs à* $U_m$*), on mène des droites au point* a'' *de* $U_{m''}$ *: ces droites rencontrent les axes harmoniques des points* a' *de* $U_{m''}$ *(relatifs à* $U_{m_1}$*) sur une courbe de l'ordre*

$$(m-1)^2[m'(m_1-1)+m'']+2(m-1)(m'-1).$$

» **169.** *On a sur trois courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, $U_{m'''}$ *trois séries de points correspondants* a, a', a''; *par les pôles des droites* aa', *relatifs à* $U_m$, *on mène des perpendiculaires sur les axes harmoniques des points* a'', *relatifs à* $U_{m_1}$ *:*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$(m-1)[m'''(m_1-1)(m-1)+m'+m''];$$

» 2° *Leurs pieds sur les axes harmoniques sont sur une courbe de l'ordre*

$$(m-1)[2m'''(m_1-1)(m-1)+m'+m''].$$

» **170.** *Si l'on a sur trois courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, $U_{m'''}$ *trois séries de points* a, a', *a''* *qui se correspondent harmoniquement, il existe*

$$m'(m-1)+m''(m_1-1)+m'''(m_2-1)$$

*systèmes de trois points correspondants dont les axes harmoniques relatifs à trois courbes respectives* $U_m$, $U_{m_1}$, $U_{m_2}$ *passent par un même point.*

» **171.** *Si deux séries de points* a, a' *se correspondent harmoniquement sur deux courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, *et que deux séries de points* a, a' *se correspondent sur une troisième courbe* $U_{m'''}$, *il existe* $m'''[m'(m-1)+m'''(m_1-1)]$ *couples de points* a, a' *dont les axes harmoniques relatifs à* $U_m$ *et* $U_{m_1}$, *respectivement, passent par deux points correspondants* $\alpha$, $\alpha'$ *de* $U_{m'''}$.

» 172. *Deux séries de points* a, a' *se correspondent sur* $U_{m'}$ *et* $U_{m''}$, *et deux séries* $\alpha$, $\alpha'$ *sur* $U_{m'''}$; *par les pôles de la tangente en* a, *relatifs à* $U_m$, *on mène des droites aux points* $\alpha$ *qui correspondent aux points* $\alpha'$ *dans lesquels l'axe harmonique de* a', *relatif à* $U_{m_1}$, *coupe* $U_{m'''}$ : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $m'''(m-1)[m''(m-1)(m_1-1)+2(m'-1)]$.

» OBSERVATION. — En terminant enfin ces énoncés de théorèmes qui se présentent en foule, et presque toujours sans grandes difficultés, grâce au procédé de démonstration qui s'y applique d'une manière si heureuse, je ferai remarquer que cette condition, que deux droites doivent passer par deux points correspondants $\alpha$, $\alpha'$ d'une unicursale $U_{m''}$, offre la conception la plus générale, tout à la fois de deux droites rectangulaires, et de deux droites devant faire entre elles un angle de grandeur constante, compté dans un sens de rotation déterminé. Il suffit de faire $m''=1$, c'est-à-dire de supposer que $U_{m''}$ soit une droite, puis, que cette droite soit à l'infini, et que les deux points doubles des deux divisions homographiques formées par les points $\alpha$, $\alpha'$ soient les deux points imaginaires appartenant à un cercle. Pareillement, tous les théorèmes où se trouve quelque condition de perpendicularité, notamment ceux qui concernent les normales d'une courbe, s'étendent à la condition générale où les droites doivent passer par deux points correspondants d'une courbe unicursale $U_{m''}$.

» Il est une autre condition que comportent aussi tous ces théorèmes, c'est celle où des couples de droites doivent toujours avoir pour bissectrice de leur angle, variable, une parallèle à un axe fixe.

» On conçoit dès lors qu'un très-grand nombre des théorèmes précédents donneraient lieu à des énoncés multiples très-différeents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note relative à la Communication précédente de M.* Trécul *sur l'origine des levûres lactique et alcoolique; par* **M. PASTEUR.**

« J'ai pris connaissance du travail que M. Trécul a lu à l'Académie lundi dernier.

» Je dois déclarer que je n'y ai rien trouvé qui pût atteindre en quoi que ce soit l'exactitude de mes expériences antérieures, non plus que les conclusions que j'en ai déduites. »

BOTANIQUE. — *Cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des Monades; par* **M. A. TRÉCUL.**

« A la page 516 du tome LXV des *Comptes rendus*, j'ai dit avoir observé des Monades à l'intérieur de cellules médullaires, après quelques jours

de macération. Ayant l'intention de revenir l'année suivante sur ce sujet, je ne décrivis pas mon observation, parce que je voulais vérifier de nouveau l'origine de ces Monades. Comme je n'ai pas réussi à le faire depuis cette époque, je crois devoir dire aujourd'hui ce que je vis alors.

» Ces Monades étaient renfermées dans des cellules du pourtour de la moelle d'une tige d'*Helianthus tuberosus*, qui contenaient en même temps des vésicules chlorophylliennes disposées autour d'un nucléus. Quelques-unes de ces vésicules avaient grossi et s'étaient décolorées. De l'iode ayant été mis sur la préparation, les vésicules agrandies devinrent brunes absolument comme les Monades, tandis que celles qui étaient restées vertes et qui avaient conservé la dimension normale n'avaient pas bruni. Je crus pouvoir en conclure que les Monades provenaient de la modification des vésicules chlorophylliennes (1).

» Je n'omettrai pas de rappeler ce que j'ai déclaré au bas de la page 932 du même tome LXV, qu'il y avait des Monades fixées par leur cil ou filament à la surface de l'épiderme des tronçons de tige en macération.

» La levûre de bière m'a plusieurs fois présenté des phénomènes qui ont beaucoup d'analogie avec le précédent, mais l'exemple le plus remarquable m'a été donné par de la levûre de bière de Bavière.

» Le 15 juillet, trois heures après que la bière avait été mise en tonneaux, je recueillis de la mousse qui s'écoulait de ceux-ci dans les récipients placés au-dessous. Le lendemain cette mousse était condensée dans le flacon qui l'avait reçue, en liquide qui avait laissé déposer de la levûre. Cette bière ayant été décantée, le flacon au fond duquel restait la levûre fut rempli d'eau. Trois jours après, le 19 juillet, je trouvai à la surface du liquide presque toutes les cellules de levûre, qui s'y mouvaient avec la vivacité des Monades les plus agiles.

» Ces Monades nouvelles avaient toutes les formes et toutes les dimensions qu'affectaient les cellules de levûre, quand l'eau qui les contenait fut mise dans le flacon. Elles n'avaient pas sensiblement grossi. La plupart étaient ovoïdes, mais il y en avait d'oblongues, ayant en longueur trois, quatre et cinq fois leur largeur.

---

(1) M. S. Reissek (*Sitzungsberichte d. mat. nat. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien*, 1851, t. VII, p. 339.) a décrit des Monades nées de grains de chlorophylle du *Caltha palustris*, des cellules filles du pollen de l'*Orchis morio*, et des granules du contenu du pollen du *Pinus sylvestris*, etc. D'un autre côté, madame J. Lüders dit avoir vu de petites Monades naître par l'agrandissement de Bactéries qu'elle obtenait, à l'aide de la macération, par la modification du plasma des spores et des filaments de germination de quelques Mucédinées. (*Bot. Zeit.*, 1866, t. XXIV, p. 36.)

» La surface de ces cellules mobiles était revêtue de fins granules sombres qui semblaient résulter de l'altération de la membrane superficielle. Chez certaines de ces cellules, toute la périphérie était occupée par ces granulations, mais chez un assez grand nombre d'entre elles ce revêtement granuleux existait seulement sur une partie de la surface, en sorte qu'une fraction plus ou moins étendue de l'utricule, égalant parfois à peine la moitié du pourtour de celle-ci, était lisse, incolore et comme gélatineuse. La membrane interne semblait être graduellement dénudée par la destruction de la membrane externe.

» On trouvait de ces cellules, jouissant du mouvement de translation, unies deux à deux par les extrémités de leur grand diamètre, comme l'étaient certaines cellules de levûre avant la macération. De plus, il y avait encore, parmi les utricules mobiles, des cellules de levûre peu ou pas du tout modifiées, et qui étaient immobiles. De ces utricules en voie de transformation portaient à une extrémité leur cellule fille ou *bourgeon,* tandis que d'autres utricules en voie de se modifier étaient en séries de trois ou quatre placées bout à bout.

» Les cellules agiles parcouraient tout le champ du microscope, comme le font des Monades. Dans une observation antérieure, j'avais trouvé que la partie dépourvue de granulations marchait en avant. Dans la dernière observation le cas contraire semblait le plus fréquent; c'était tantôt la partie dénudée qui se portait en avant, et tantôt la partie granuleuse.

» Les mouvements les plus curieux étaient ceux des cellules oblongues, qui pouvaient s'infléchir, se courber alternativement dans un sens et dans le sens opposé.

» Toutes ces cellules étant dépourvues de cils, on était surpris, quand elles étaient en repos, de les voir attirer, à la distance de trois centièmes de millimètre, et repousser ensuite des cellules de levûre non transformées aussi grosses qu'elles-mêmes.

» J'ai dit plus haut que ces cellules se tenaient à la surface du liquide. C'était évidemment pour se rapprocher de l'air atmosphérique, car, sur le porte-objet du microscope, ainsi que cela a été signalé pour d'autres formations, ces petits corps se portaient vers les bords de la lamelle de verre qui couvrait le liquide. Ces cellules mobiles s'accumulaient là en grand nombre et s'y agitaient vivement, puis y mouraient en se décomposant comme je vais le dire.

» A certaines places, près du bord de la lame de verre, ces cellules se dilataient plus ou moins et se vidaient de leur plasma, puis leur contour se

déformait, devenait anguleux, et restait finalement marqué, principalement ou seulement par la série des granulations représentant la membrane altérée. Quelques-uns de ces petits corps se mouvaient encore quand ils étaient déjà très-déformés.

» L'altération de ces cellules sur le porte-objet est si prompte, que tous les phénomènes que j'ai décrits furent observés dans l'espace d'une demi-heure à une heure; et les altérations sont si rapides, que, de toutes ces jolies cellules qui, quelques instants auparavant, s'agitaient encore au bord de la lame de verre, le temps d'écrire quelques notes, tout mouvement avait cessé, et il ne restait plus que le contour granuleux dont les lignes se rompaient bientôt, et la dispersion des granules dans le liquide environnant avait lieu. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température solaire* (2e Note); *par le* **P. Secchi.**

Rome, le 19 décembre 1870.

» Permettez-moi, comme suite à ma Communication précédente, d'examiner quelques autres objections qu'on a faites au chiffre donné par moi pour la température solaire. Je m'occuperai surtout de celles qui ont été formulées par M. Ericsson, dans trois articles publiés dans le journal *Nature*, de Londres (*vol.* IV et V).

» Je ferai remarquer d'abord qu'il suffit de lire le chapitre relatif à ce sujet, dans mon ouvrage *le Soleil*, pour constater que je n'ai pas dissimulé les difficultés du sujet, ni donné le nombre de 10 millions de degrés comme représentant proprement le résultat direct des observations; celles-ci ne donneraient effectivement que 5 millions et $\frac{1}{3}$ (page 270); si je l'ai porté jusqu'à 10 millions, c'est en vue d'autres considérations qui ne me paraissent pas sans valeur, mais que mes contradicteurs n'ont cru devoir apprécier de même. Du reste, les termes mêmes dans lesquels est posée la question, et les moyens employés pour obtenir cette évaluation, font aisément apercevoir qu'il y reste beaucoup de vague, et qu'on ne peut calculer le résultat qu'avec une approximation fort lointaine. De sorte que ce sujet peut prêter à des discussions nombreuses, selon l'importance qu'on attache à telle ou telle autre condition d'expérience, ou à telle correction théorique.

» Parmi les conditions expérimentales, la plus importante à examiner est le moyen qu'on emploie pour évaluer la radiation solaire. Plusieurs procédés ont été proposés pour cela. Les uns, purement actinométriques, se bornent à constater le changement produit dans un corps thermométrique pendant un temps déterminé, comme dans l'actinomètre de Herschel.

D'autres évaluent la température finale d'un corps exposé au Soleil, et à cette classe appartient le thermomètre noirci, employé par les météorologistes. D'autres mesurent la température acquise par un corps exposé au Soleil, dans l'intérieur duquel est un thermomètre, moyen employé jadis par Newton pour obtenir les données de son fameux calcul de la température acquise par la comète de 1680. Enfin, les expérimentateurs les plus modernes ont introduit l'usage du thermohéliomètre, procédé dans lequel on installe le thermomètre dans une enceinte artificielle à une température connue. Ce dernier est le moyen que j'ai employé après M. Waterston.

» On admet qu'avec l'actinomètre on ne peut évaluer que le rapport des radiations dans des conditions différentes de hauteur, de distance, de transparence atmosphérique, etc., et que cet instrument ne peut donner directement l'intensité absolue de la radiation.

» Le thermomètre noirci, employé par les météorologistes, est un instrument très-imparfait. Ses indications, à la même heure, diffèrent selon l'exposition de l'instrument. Si l'on cherche à l'abriter des courants d'air, on tombe dans les perturbations produites par les réflexions et les radiations propres des surfaces voisines destinées à le protéger. En Angleterre, on a dernièrement introduit l'usage d'un thermomètre à boule noircie, renfermée dans une boule de cristal dans laquelle on a fait le vide, espérant ainsi le soustraire à l'influence des courants d'air et de la radiation des corps obscurs, qui traverse difficilement le verre. J'ai fait un grand nombre d'observations avec plusieurs de ces instruments : je ne les ai pas trouvés toujours d'accord, et leurs résultats ne m'ont point satisfait. Ainsi pendant que, dans l'été, la température marquée à midi dans un air calme par le thermomètre noirci ordinaire était de 40 à 42 degrés, celle du thermomètre renfermé dans la boule de verre montait à 54 et 57 degrés. Dans l'hiver, pendant que le thermomètre libre marquait de 10 à 14 degrés, l'autre marquait de 28 à 32 degrés. La différence, comme on voit, change avec la saison, de 14 à 18 degrés; même à l'ombre, ces thermomètres enveloppés marquent toujours un ou deux degrés de plus que les autres.

» Or, on peut se demander si réellement ces thermomètres donnent exactement la mesure de la radiation. J'en doute beaucoup, car 1° la surface intérieure du globe de verre agit comme un miroir concave, pour réfléchir une certaine quantité de lumière et de chaleur sur la boule du thermomètre, comme on peut facilement le constater à la vue; 2° le verre de l'enveloppe n'étant pas absolument diathermane, s'échauffe avec le temps, et devient une source de radiation assez considérable. Si donc l'enveloppe protége le thermomètre des courants d'air, il introduit des perturbations

plus sérieuses et plus difficiles à évaluer. Il est donc certain que la température d'un thermomètre noirci, exposé au milieu d'une enceinte quelconque, ne donne pas l'effet de la radiation du Soleil, mais une fonction complexe de cette radiation, de celle des objets environnants, et des courants d'air.

» Le même raisonnement s'applique aussi à la méthode employée par Newton, l'évaluation de la radiation d'après la température acquise par un thermomètre recouvert d'une légère couche de terre. Il y a longtemps que j'ai répété l'expérience de Newton. En 1846, le 15 juillet, je déterminai la température d'un thermomètre légèrement recouvert de terre, dans une villa de Rome, dans un terrain parfaitement sec, bien exposé et sans reflets voisins; le maximum fut de 65°,5 C. à 2 heures après midi; à l'ombre, le maximum était, à l'Observatoire, 34°,3. Le 9 juillet de la même année, je trouvai 60 degrés à 1 heure, le maximum à l'Observatoire étant 31°,3. Le premier nombre ne s'éloigne pas beaucoup de celui de Newton, qui obtint 65°,56, le thermomètre libre à l'ombre étant à 29°,44. Mais on voit que les différences ne sont pas constantes, et le degré final dépend beaucoup de la nature du sol et de la température de l'air. Les métaux, par exemple, arrivent chez nous à des températures énormes, dépassant 75 degrés C. et même 80 degrés. Des voyageurs racontent que, dans les déserts d'Afrique, la température des sables s'élève tellement qu'ils peuvent faire prendre feu aux allumettes phosphoriques. Ces diverses remarques montrent combien est grande l'imperfection des moyens proposés jusqu'ici pour évaluer la température produite par la radiation solaire.

» Je ne connais pas les détails de la construction de l'actinomètre de M. Ericsson : je ne puis donc le juger; mais, d'après ce que l'auteur en dit dans ses articles, il paraît appartenir à la classe de ceux dont les évaluations reposent sur la mesure de l'effet maximum d'échauffement obtenu lorsqu'il arrive à un degré stationnaire, en l'augmentant en raison inverse du carré de la distance au Soleil : je ne le crois donc pas exempt des défauts que je viens de signaler.

» C'est pour éviter ces inconvénients que j'ai adopté et perfectionné l'instrument de M. Waterston, qui donne le moyen d'évaluer la température de l'enceinte et son influence. J'ai donné aussi une théorie différente de la sienne, à laquelle on pouvait faire quelques objections. (Voir le *Bulletino dell' Osservatorio del Coll. Romano,* année 1863, p. 19.)

» Ce qui m'étonne, c'est de voir M. Ericsson déclarer que le chiffre de 12 à 14 degrés, obtenu par moi à Rome, est trop faible, et l'élever à 18°,9. Or, si j'adoptais ce dernier chiffre, le résultat serait bien plus grand que celui qu'il refuse d'accepter. Cela est d'autant plus étonnant, qu'il dit,

dans son troisième article (*Nature*, vol. V, p, 48), que je n'ai réellement apprécié que les 0,38 de la radiation totale! Et cependant mon résultat serait, selon lui, *extravagant!* On voit par là combien une manière différente d'expérimenter et de traiter les données de l'expérience peut conduire à des résultats différents. J'ajouterai cependant que le chiffre employé dans mon calcul n'est pas celui que j'avais obtenu à Rome, où, vu la faible altitude, les données étaient trop influencées par l'atmosphère terrestre, mais bien les nombres obtenus par M. Soret sur le mont Blanc et à d'autres hauteurs.

» Nous ne nous accordons pas plus, M. Ericsson et moi, sur la manière d'évaluer les corrections à apporter aux données brutes, pour avoir le résultat relatif au Soleil. Je ne puis le suivre ici dans tous les détails; je me bornerai aux points les plus intéressants.

» Il me reproche d'avoir employé la règle de Laplace, pour apprécier l'absorption due à l'atmosphère solaire, et il paraît vouloir borner cette absorption à la mince couche de la chromosphère ou du gaz très-rare qui enveloppe l'extérieur du globe photosphérique. Sans doute, au temps de Laplace, on ne connaissait pas la structure de l'atmosphère solaire comme on la connaît maintenant; mais cela ne peut rien infirmer des conclusions auxquelles je suis arrivé sur les effets d'absorption. Ces résultats sont fondés sur les mesures thermiques, qui constituent des faits indépendants de toute hypothèse sur la structure de cette atmosphère.

» Quant à l'absorption estimée seulement par la couche d'hydrogène de la chromosphère, elle est trop incomplète, et ici M. Ericsson oublie une source immense d'absorption, savoir, la couche qui produit les raies de Fraunhofer. Quelle que soit l'hypothèse qu'on adopte pour les expliquer, ces raies supposent une absorption bien différente de celle de la chromosphère seule. Le thermoscope évalue la quantité de cette absorption dans les différentes parties du disque, et le résultat du calcul est que, sans ces couches absorbantes, si le Soleil était partout rayonnant sans cette enveloppe, il nous paraîtrait huit fois plus brillant et plus chaud. Or je n'ai pas profité de cette multiplication, et je me suis contenté seulement de doubler l'intensité qui résultait de l'expérience directe, en mettant en nombres ronds 10 millions, au lieu de 5 $\frac{1}{3}$; je ne crois donc pas avoir exagéré.

» J'ai même averti que les couches extérieures pouvaient être moins chaudes, et que l'effet que nous mesurons est la somme des quantités de chaleur qui s'ajoutent, émanées des différentes couches transparentes. M. Ericsson met encore en question ce fait et refuse d'admettre que les couches des différentes profondeurs puissent ajouter leur action à celles

des couches plus superficielles. Une expérience bien simple, faite à ma demande par le P. Provenzali, a prouvé que, si avec une flamme on obtient un échauffement de 2°,5, avec deux flammes, placées l'une après l'autre, on obtient 4°,5; avec trois, on a 5°,4. Ce résultat était du reste bien facile à prévoir, car tout le monde sait que les flammes sont transparentes. Les critiques de M. Ericsson ne peuvent donc être soutenues.

» Pour terminer, je dirai que j'ai été étonné de voir M. Ericsson se refuser à admettre l'influence de la vapeur d'eau dans l'absorption atmosphérique, et paraître mettre en doute ce phénomène d'observation que, *à une hauteur égale,* la radiation solaire est moindre en été qu'en hiver. Il paraît oublier les belles recherches de M. Tyndall et du professeur Garibaldi, de Gênes, qui ont mis hors de doute le grand pouvoir absorbant de la vapeur d'eau, qui est plus abondante en été qu'en hiver.

» Mais ce qui est vraiment étonnant, c'est que M. Ericsson, avec son instrument, trouve que pendant l'hiver la température stationnaire à laquelle il arrive est plus élevée qu'en été. Cela (même en tenant compte de la plus grande proximité du Soleil en hiver) me fait croire à quelque particularité bien singulière de son appareil, qui pourrait fausser toutes ses indications. Car, même sous le beau ciel de Madrid (bien loin des marais que M. Ericsson croit pouvoir influer dans les observations de Rome), M. Rico y Sinobas a trouvé, en décembre, pour la radiation solaire, $12^{div},19$ de son actinomètre, et, en juin, $25^{div},56$.

» Je laisse de côté les autres critiques, qui ne me paraissent pas mieux fondées que les précédentes, et je prie l'Académie de m'excuser si je suis entré dans ces détails; j'ai cru qu'il était indispensable de profiter de cette circonstance pour indiquer l'état actuel de cette question importante, et pour engager les savants à examiner ce sujet avec le soin qu'il mérite, car sans doute il y a là un vaste champ à explorer. »

## NOMINATIONS.

» L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui doit remplir, dans la Section d'Économie rurale, la place laissée vacante par le décès de *M. Payen.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

| | | |
|---|---|---|
| M. Hervé-Mangon obtient. . . . | 51 | suffrages. |
| M. Schlœsing. . . . . . . . . . | 2 | » |
| M. Dehérain. . . . . . . . . . . | 1 | » |

Il y a un billet blanc.

M. **Hervé-Mangon** ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température et la surface solaire.* Note de **M. E. Vicaire.**

(Commissaires : MM. Regnault, Bertrand, Fizeau, H. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, Jamin.)

« L'Académie s'est occupée, dans ses dernières séances, de la température de la surface solaire, et des nombres bien différents ont été produits. Le R. P. Secchi évalue cette température à 10000000 de degrés au moins, M. Spœrer à 27000. Si l'on joint à cela les résultats obtenus par Pouillet qui trouvait des valeurs comprises entre 1461 et 1761 degrés, suivant les diverses hypothèses que l'on pouvait faire relativement au pouvoir émissif de la surface du Soleil, on est obligé de reconnaître que l'état de la science sur cette question est aussi peu satisfaisant que possible.

» Ce qu'il y a de plus surprenant, c'est que les résultats les plus opposés, ceux de Pouillet et du P. Secchi, ont été tirés d'un même phénomène, la radiation calorifique du Soleil, dont ces savants ont mesuré l'intensité par des procédés à peine différents en principe. Une différence aussi énorme dans les résultats ne provient évidemment pas des observations, mais de la manière dont elles ont été interprétées. C'est ce que j'ai reconnu, en effet, par un examen plus approfondi, et, de cet examen, je crois pouvoir conclure que l'évaluation de Pouillet est infiniment plus voisine de la réalité que celle du P. Secchi.

Le P. Secchi mesure la radiation solaire en exposant à l'action de cette radiation un thermomètre à boule noircie placé dans une enceinte de température connue. Il observe l'excès de la température du thermomètre sur celle de l'enceinte, excès qu'il corrige de l'absorption atmosphérique. Admettant alors la loi de Newton sur le rayonnement des divers corps en présence, et attribuant à ces corps un pouvoir émissif égal à l'unité, il exprime l'équilibre des températures par l'équation

$$(1) \qquad t - \theta = \alpha T, \quad \text{d'où} \quad T = \frac{t-\theta}{\alpha},$$

dans laquelle T, $t$ et $\theta$ représentent les températures du Soleil, du thermomètre et de l'enceinte, et $\alpha$ le rapport de la surface apparente du Soleil à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre.

» Cette équation (dont je change seulement les lettres) suppose toutefois que $\alpha$ est une très-petite fraction de l'unité.

» Au moyen de cette équation, le P. Secchi explique d'abord un fait observé par lui et par M. Waterston. C'est que l'excès thermométrique $t - \theta$ est toujours le même, quelle que soit la température de l'enceinte. S'il est, par exemple, de 12 degrés avec l'enceinte à zéro, il aura encore la même valeur quand on la portera à 60 degrés, et même, d'après M. Waterston, jusqu'à 220 degrés. Ce fait résulterait simplement de ce que l'on est effectivement dans les conditions où l'équation (1) est applicable, c'est-à-dire que $\alpha$ est très-petit.

» Mais cette explication me semble insuffisante, car, lorsqu'on passe de zéro à 60 et surtout à 220 degrés, la loi de Newton cesse d'être applicable. Il faut recourir à la loi de Dulong et Petit, et celle-ci, au contraire, s'applique en toute rigueur, autant du moins que l'on considère seulement l'échange de chaleur entre le thermomètre et l'enceinte.

» Or, il résulte de cette loi que, pour un même excès $t - \theta$, la vitesse de refroidissement, et, par conséquent, la quantité de chaleur cédée par le thermomètre à l'enceinte dans l'unité de temps est multipliée par $1,0077^{60} = 1,585$, lorsque $\theta$ passe de 0 à 60° et par $1,0077^{220} = 5,412$ pour 220 degrés. Si, néanmoins, ce thermomètre reste en équilibre avec le même excès de température, c'est qu'il reçoit d'autre part, et ce ne peut être que des rayons solaires, une quantité de chaleur également croissante.

» Nous arrivons donc à ce résultat paradoxal, que le thermomètre reçoit du Soleil d'autant plus de chaleur qu'il est lui-même plus chaud. Cependant le fait en question ne semble pas pouvoir être contesté, et la conséquence est rigoureuse.

» D'autre part, il est bien évident que ce n'est pas la radiation solaire qui se modifie à mesure que le thermomètre s'échauffe. C'est donc la faculté d'absorption du thermomètre pour cette radiation qui se trouve augmentée.

» N'y a-t-il pas là un effet de thermochrose? Le thermomètre reçoit des rayons lumineux, il émet des rayons obscurs. Sa faculté d'absorption pour les premiers augmenterait plus vite que sa faculté d'absorption et, par conséquent, aussi d'émission pour les derniers, à mesure qu'il se rapproche de la température à laquelle il deviendrait lumineux lui-même. Comment se fait-il que ces deux pouvoirs varient justement de telle façon que l'excès de température reste constant? C'est un point qui mériterait sans doute une étude plus approfondie.

» Nous n'avons pas tenu compte de l'action de l'air sur le thermomètre; comme elle dépend seulement de l'excès de température, elle ajoute un terme constant aux pertes par rayonnement et ne modifie pas les conclusions précédentes. Encore est-il fort probable que cette perte elle-même augmente avec la température de l'enceinte, car celle-ci étant ouverte par devant, l'air qu'elle contient ne doit pas en prendre complétement la température.

» Revenons maintenant à la température solaire.

» Pour suivre d'aussi près que possible la marche adoptée par le P. Secchi, j'établirai l'équation d'équilibre du thermomètre en conservant les mêmes hypothèses. Je négligerai de même le refroidissement dû à l'air, bien que, dans les basses températures, il égale presque celui qui est dû au rayonnement. Seulement au lieu de la formule de Newton, j'adopterai la formule exponentielle de Dulong et Petit. L'équation devient alors

$$a^t - a^\theta = \alpha a^{\mathrm{T}},$$

équation dans laquelle $a = 1,0077$.

» On en tire

$$\mathrm{T} = \frac{\log(a^t - a^\theta) + \log\frac{1}{\alpha}}{\log a}.$$

» Faisons maintenant avec le P. Secchi $\alpha = \frac{1}{183960}$ et $t - \theta = 29,02$; supposons d'ailleurs $\theta = 0$. Le calcul nous donne

$$\mathrm{T} = 1398^\circ,$$

résultat presque identique à celui de Pouillet.

» Ainsi, lorsqu'on applique à l'expérience du P. Secchi la loi de Dulong et Petit, comme Pouillet l'avait fait pour les siennes, on retrouve presque identiquement le même résultat que ce dernier savant. Il y a donc concordance dans le point de départ expérimental, et cette concordance eût paru plus complète si, dans le calcul précédent, j'avais introduit l'action de l'air ambiant sur le thermomètre.

» On a d'ailleurs très-exactement

$$\log a = \frac{1}{300},$$

et, par conséquent,

$$a^{300} = 10;$$

c'est-à-dire que chaque augmentation de 300 degrés décuple le facteur $a^{\mathrm{T}}$

de la radiation solaire. On est donc bien à l'aise pour tenir compte de toutes les corrections possibles sans atteindre des températures très-élevées.

» Il reste maintenant à décider lequel des deux modes de calcul offre le plus de garanties. Le choix ne peut guère être douteux. La loi de Newton est certainement inexacte, même dans des limites très-restreintes de température. Celle de Dulong et Petit a été établie par ces physiciens jusqu'à 300 degrés; Pouillet annonce l'avoir vérifiée jusqu'à plus de 1000 degrés. En supposant qu'elle cesse d'être vraie au delà, elle ne peut pas être absolument éloignée de la vérité pour les températures de 1400 ou 1500 degrés auxquelles on arrive en l'admettant. Donc aussi ces températures ne peuvent pas être absolument éloignées de la vérité.

» Quelle que soit donc la correction que l'on veuille faire subir à la température d'environ 1400 degrés à laquelle nous sommes parvenus, qu'on la double, qu'on la triple ou plus encore, on ne pourra pas du moins se refuser, ce me semble, à admettre la conclusion suivante :

*La température de la surface solaire est entièrement comparable à celle de nos flammes.*

» On peut mettre cette conclusion en évidence d'une manière peut-être plus saisissante en partant des observations de Pouillet.

» D'après ce savant, chaque centimètre carré de la surface solaire émet, en une minute, un peu moins de 85 calories. Un mètre carré émet donc 850000 calories. C'est à peu près la chaleur que dégagent en brûlant 100 kilogrammes de houille, soit pour une heure 6000 kilogrammes.

» Or 6000 kilogrammes sont la consommation de vingt locomotives, lesquelles brûlent chacune plus de 300 kilogrammes par heure sur une grille d'environ 1 mètre carré.

» On peut admettre, d'après les expériences de Péclet, que la moitié au moins de la chaleur de cette houille se dégage par rayonnement. Donc une surface double de celle qu'offrent ces grilles réunies, c'est-à-dire une surface de grilles de 40 mètres carrés, ou si l'on veut de 80, pour tenir compte des deux faces de la couche de combustible, *rayonnerait* autant de chaleur que 1 mètre carré de la surface solaire.

» Si maintenant on veut bien réfléchir que la température sur ces grilles est loin d'être uniforme et n'atteint nulle part 2000 degrés; que celle d'un chalumeau d'oxygène et d'hydrogène est de 2500 degrés; que, d'après la loi de Dulong et Petit, une augmentation de température de 600 degrés suffit pour centupler le rayonnement; que, si l'on ne veut pas admettre cette loi dans les hautes températures, on ne peut du moins contester que

la radiation ne croisse beaucoup plus vite que la température, comme cela est bien évident pour les radiations lumineuses (1), on sera encore ramené invinciblement à la conclusion déjà énoncée.

» Il serait prématuré de chercher à représenter la température de la surface solaire par un nombre précis. Mais je pense qu'on ne s'avancerait pas beaucoup en affirmant qu'elle est inférieure à 3000 degrés. »

« **M. le Président**, à la suite de cette Communication, fait remarquer que sir W. Thomson a déjà montré que la température du Soleil ne saurait être incomparablement plus élevée que les températures atteintes dans certaines opérations de l'industrie. Il signale à ce sujet l'importante Note de cet illustre physicien sur l'âge de la chaleur solaire (*Macmillan's Magazine*, mars 1862), dans lequel sir W. Thomson rappelle que la chaleur émise par le Soleil (d'après Pouillet), par chaque pied carré de la surface, répond à une force de 7000 chevaux seulement. De la houille, brûlant à raison d'une livre par deux secondes, produirait à peu près le même résultat. Or M. Rankine a estimé que, dans les foyers de nos locomotives, le charbon brûle, à raison d'une livre par pied carré de grille, avec une vitesse de 30 à 90 secondes.

» Ce grand problème de la température à la surface du Soleil est devenu plus accessible dans ces dernières années qu'il ne l'était naguère. Nous le devons principalement aux expéditions astronomiques qui ont eu pour but d'étudier, dans les éclipses totales, la constitution physique du Soleil, et l'Académie n'a pas oublié une de ces grandes entreprises qui ont le plus attiré l'attention du monde savant, celle de septembre 1858, à Paranagua, dont la science est redevable à l'initiative éclairée de S. M. l'Empereur du Brésil. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville** émet une opinion tout à fait conforme aux conclusions de M. Vicaire, en s'appuyant sur des expériences dont il entretiendra prochainement l'Académie. »

« **M. Edmond Becquerel**, d'après ses recherches sur les hautes températures et sur les phénomènes d'irradiation qui les accompagnent (2), pense

---

(1) On sait combien l'éclat de la lumière de Drummond surpasse celui des flammes ordinaires, et cependant le corps lumineux y est à une température très-notablement inférieure à celle de la flamme qui le chauffe, c'est-à-dire à 2500 degrés, tandis que la température de la flamme du gaz d'éclairage dans l'air ne doit pas s'éloigner beaucoup de 1900 degrés en plus ou en moins.

(2) *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. IV, p. 597, avril 1864.

que les températures les plus élevées que l'on puisse produire par la combustion, ainsi que par l'action de l'électricité ne s'élèvent pas beaucoup au delà de 2000 à 2500 degrés, et que par conséquent la température solaire, qui ne paraît pas aussi éloignée des températures de ces sources qu'on pourrait le penser, ne dépasserait guère 3000.

» Bien qu'il soit difficile d'assigner des nombres exacts, car pour le faire on admet des relations entre les températures et les résultats des expériences qui peuvent se trouver en défaut quand il s'agit de températures aussi élevées et de conditions physiques encore peu connues, cependant M. E. Becquerel ne pense pas que les limites approximatives qu'il indique puissent s'éloigner beaucoup de la vérité. »

« **M. Fizeau** fait remarquer que les conclusions énoncées dans l'intéressante Communication qui précède s'accordent bien avec les résultats des expériences photométriques qui ont été faites dans le but de comparer entre elles les intensités de la lumière du Soleil, de la lumière émise par les charbons de la pile, et celle de la lumière émise par un fragment de chaux placé dans la flamme du chalumeau à gaz oxygène et hydrogène.

» En comparant, en effet, ces trois sources de lumière, sous le rapport de leur éclat intrinsèque, on a trouvé que la chaux donne une intensité 56 fois plus faible que les charbons de la pile, et ceux-ci une intensité seulement 2,5 fois plus faible que le Soleil lui-même (1).

» On voit que, si la radiation solaire est décidément supérieure à celle des sources de lumière les plus intenses que l'on ait pu produire jusqu'ici, elle n'a cependant été trouvée que deux ou trois fois plus forte que la lumière de la pile. Ces deux sources de lumière restent donc tout à fait comparables entre elles, ce qui conduit à admettre que leurs températures ne doivent pas différer d'une manière excessive, comme cela résulterait de plusieurs évaluations récemment proposées pour la température de la surface du Soleil. »

ANALYSE. — *Expression du rapport de la circonférence au diamètre et nouvelle fonction*. Note de **M. le général Didion**, présentée par M. le général Morin.

(Commissaires : MM. Serret, Bonnet.)

« Des opérations algébriques régulièrement répétées donnent lieu à des

(1) *Sur l'intensité de la lumière de la pile*, par MM. Fizeau et Foucault. (*Comptes rendus*, t. XVIII, et *Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. XI.

fonctions de diverse nature, telles que les exponentielles, les différentielles, les fractions continues, etc. L'expression du rapport de la circonférence au diamètre conduit aussi à une nouvelle espèce de fonctions.

» C étant le côté d'un polygone régulier d'un nombre $k$ de côtés, inscrit dans un cercle dont le rayon est 1, le côté C' d'un polygone régulier d'un nombre double de côtés, et les côtés C'', C''',... pour des nombres 4 fois, 8 fois,... plus grands seront respectivement

$$C' = \sqrt{2 - \sqrt{4 - C^2}},$$

$$C'' = \sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{4 - C^2}}},$$

$$C''' = \sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{2 + \sqrt{4 - C^2}}}}, \ldots,$$

et ainsi de suite.

» L'opération qui se répète est celle-ci : extraire la racine carrée du terme primitif $\sqrt{4 - C^2}$ augmenté de 2, et de même pour les résultats successifs, de façon que, pour un nombre $n$ d'opérations, à partir de $\sqrt{4 - C^2}$ exclusivement, ou pour un nombre de $2^n . 2k$ de côtés, l'expression de ce côté sera

$$(1) \qquad \sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{2 \ldots + \sqrt{2 + \sqrt{2 + \sqrt{4 - C^2}}}}}}.$$

» En remplaçant le signe $\sqrt{\ }$ par l'élévation à la puissance $\frac{1}{2}$, l'expression (1) du côté sera

$$(2) \qquad \sqrt{2 - \left(\left\{\ldots\left[\left(\sqrt{4 - C^2} + 2\right)^{\frac{1}{2}} + 2\right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2\right\}^{\frac{1}{2}} + 2\right)^{\frac{1}{2}}},$$

expression dans laquelle l'indication des opérations successives suit l'ordre naturel de l'écriture, de gauche à droite, et se rapproche de celle des séries et des fractions continues.

» En multipliant la valeur d'un côté par leur nombre, on aura le périmètre; la moitié donnera le rapport du périmètre au diamètre. A mesure que $n$ sera plus grand, ce rapport se rapprochera de celui de la circonférence au diamètre, ou de $\pi$; de façon qu'en sous-entendant que $n$ est aussi

grand qu'on voudra, on pourra écrire

$$(3)\quad \pi = 2^k.k\sqrt{2-\left(\left\{\ldots\left[(\sqrt{4-C^2}+2)^{\frac{1}{2}}+2\right]^{\frac{1}{2}}\ldots+2\right\}^{\frac{1}{2}}+2\right)^{\frac{1}{2}}}.$$

» Le côté du polygone régulier circonscrit d'un nombre quelconque de côtés étant $x$, celui du polygone régulier circonscrit du même nombre de côtés X est, comme on voit,

$$X = \frac{x}{\frac{1}{2}\sqrt{4-x^2}},$$

» Appliquant cette formule à un nombre $2^n.2k$ côtés, le multipliant par $2^n.k$, et à la condition que $n$ sera aussi grand qu'on voudra, on aura pour l'expression du rapport $\pi$

$$(4)\qquad \pi = \frac{2^n k\sqrt{2-\left(\left\{\ldots\left[(\sqrt{4-C^2}+2)^{\frac{1}{2}}+2\right]^{\frac{1}{2}}\ldots+2\right\}^{\frac{1}{2}}+2\right)^{\frac{1}{2}}}}{\frac{1}{2}\sqrt{2+\left(\left\{\ldots\left[(\sqrt{4-C^2}+2)^{\frac{1}{2}}+2\right]^{\frac{1}{2}}\ldots+2\right\}^{\frac{1}{2}}+2\right)^{\frac{1}{2}}}}.$$

» La première expression (3) est une limite inférieure, la seconde (4) est une limite supérieure.

» Pour calculer la valeur de $\pi$, on peut partir de tout polygone pour lequel on connaît le côté relativement au rayon. Les plus simples sont ceux de 4, de 6, de 10 côtés, pour lesquels C est respectivement $\sqrt{2}$, 1 et $\sqrt{\frac{1}{2}\sqrt{5}-1}$ et $\sqrt{4-C^2}$ égal à $\sqrt{2}$, à $\sqrt{3}$ et à $\sqrt{\frac{1}{2}(5+\sqrt{5})}$.

» L'expression

$$\left(\left\{\ldots\left[(x+2)^{\frac{1}{2}}+2\right]^{\frac{1}{2}}\ldots+2\right\}^{\frac{1}{2}}+2\right)^{\frac{1}{2}},$$

dans laquelle $x$ remplace $\sqrt{4-C^2}$, représente la répétition $n$ fois de suite de l'opération qu'on a indiquée. Elle a de l'analogie avec l'élévation aux puissances et avec les différentiations successives, et l'on pourra la représenter par une caractéristique $\mathfrak{F}$; on aura alors

$$\mathfrak{F}x = (x+2)^{\frac{1}{2}};\quad \mathfrak{F}^2 x = \left[(x+2)^{\frac{1}{2}}+2\right]^{\frac{1}{2}},\ldots;$$

$$\mathfrak{F}^n x = \left(\left\{\ldots\left[(x+2)^{\frac{1}{2}}+2\right]^{\frac{1}{2}}\ldots+2\right\}^{\frac{1}{2}}+2\right)^{\frac{1}{2}}.$$

» D'après cela, et en partant par exemple du polygone de quatre côtés, on aura deux limites, l'une inférieure, l'autre supérieure :

$$\pi = 2^n.4\sqrt{2 - \mathfrak{F}^n\sqrt{2}} \quad \text{et} \quad \pi = \frac{2^n.4\sqrt{2 - \mathfrak{F}^n\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}\sqrt{2 + \mathfrak{F}^n\sqrt{2}}},$$

de même pour les polygones de 6 et de 10 côtés.

» On remarquera que le dénominateur, dans la limite supérieure, représente l'opération poussée à 1 degré de plus et que $\sqrt{2 + \mathfrak{F}^n\sqrt{2}} = \mathfrak{F}^{n+1}\sqrt{2}$. On remarquera aussi que, quand $n$ est de plus en plus grand, la limite supérieure se rapproche de plus en plus de la limite inférieure, et que, pour $n$ infini, le dénominateur doit être égal à l'unité; faisant donc $n = \infty$, on aura l'expression symbolique

$$\mathfrak{F}^\infty\sqrt{2} = 2;$$

de même, pour $\sqrt{3}$ et pour $\sqrt{\frac{1}{2}(5 + \sqrt{5})}$.

» Cette propriété s'étend à toute corde du cercle, c'est-à-dire à tout nombre qui ne surpasse pas 2. Elle s'applique aussi à des nombres supérieurs à 2; seulement, dans ce cas, la valeur de $\mathfrak{F}^n x$ va en diminuant en s'approchant de la limite 2.

» Les expressions de $\pi$ auxquelles nous sommes arrivés sont fondées sur les éléments de la géométrie, et elles peuvent y entrer; elles ne nécessitent que l'emploi du signe $\sqrt{\ }$; on y remplacerait l'expression $2^n.k$ par $k \times 2.2 \ldots 2.2$.

» J'ai fait l'application numérique des formules (3) et (4), en partant du polygone de 4 côtés et en m'arrêtant à celui de 2048 côtés. Je me suis servi avec succès d'une machine à calculer, de l'arithmomètre de M. Thomas, de Colmar, à seize chiffres; elle me donnait directement, et très-promptement, les racines avec huit chiffres et le reste exacts; ce dernier, par la division, me donnait les sept chiffres suivants : en tout quinze chiffres. J'ai ainsi trouvé, pour limite inférieure, 3,14159224, et, pour limite supérieure, 3,14159594. Les six premiers chiffres étant communs, 3,14159 représente le rapport cherché avec six chiffres. »

M. Carvallo adresse une Note intitulée : « Intégrale de l'équation différentielle de la courbe décrite par une mobile sur la face intérieure d'un cylindre droit horizontal à base circulaire. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

**M. Chacornac** adresse deux Notes sur le mode de formation des nébuleuses, et sur les causes auxquelles on peut attribuer les ressemblances que présentent leurs branches spirales avec les spires des centres d'anneaux qu'on observe dans les cristaux à deux axes.

Ces Notes seront soumises à l'examen de MM. Laugier et Fizeau.

**M. Codron** soumet au jugement de l'Académie la description d'un appareil destiné à permettre aux aveugles d'écrire avec les caractères ordinaires.

(Commissaires : MM. Robin, Phillips.)

## CORRESPONDANCE.

**M. Ch. Ehrenberg** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Berlin, le 30 décembre 1871.

» L'illustre Académie des Sciences de Paris, après avoir daigné me ranger parmi ses Associés étrangers, m'a dernièrement honoré du prix Cuvier pour 1869. Les difficultés de mon âge avancé m'empêchent de lui exprimer ma gratitude et mes hommages dans des termes qui soient dignes d'elle. Qu'elle me permette de lui offrir mes respectueux remercîments, en lui accusant réception du prix qui m'a été décerné (1).

» Plein de respect pour l'ineffaçable influence que l'Académie de Paris a eue, depuis des siècles, sur les sciences générales, je reconnais votre indulgence pour le résultat de mes études, heureux d'avoir trouvé des juges savants qui me laissent prendre une part dans leur haute célébrité. »

**M. le Préfet de police** adresse ses remercîments à l'Académie, qui a mis à sa disposition, pour la reconstitution de la bibliothèque de la Préfecture, détruite par l'incendie, la collection de ses *Mémoires* et de ses *Comptes rendus*.

**M. Haton de la Goupillière** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les Candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. le général *Piobert*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

---

(1) Le *prix* Cuvier pour 1869 a été décerné à M. Ehrenberg, dans la séance publique du 11 juillet 1870 (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 138).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les droites qui satisfont à des conditions données.* Note de M. HALPHEN, présentée par M. Chasles.

« Dans une récente Communication, j'ai montré que le problème de la recherche du nombre des droites déterminées par des conditions composées d'au moins deux groupes séparés, se réduit à deux cas :

» 1° Les droites satisfont à une condition triple et à une simple;

» 2° Les droites satisfont à deux condisions doubles; et j'ai donné le théorème qui résout la première partie du problème.

» Je me propose ici de démontrer le théorème suivant, qui résout le second cas, et que j'ai déjà communiqué à l'Académie (1), mais avec une démonstration relative à un cas de la question et très-différente de la démonstration générale qui fait le sujet de cette Note :

» THÉORÈME. — *Le nombre des droites qui satisfont à deux doubles conditions est égal au produit des ordres de ces conditions, augmenté du produit de leurs classes.*

» *Démonstration.* — Soit O un point fixe dans un plan fixe P. Considérons une droite quelconque D, et, dans le plan de cette droite et du point O, la perpendiculaire menée en ce point à l'intersection des deux plans. Soit $\Omega$ le point de rencontre de cette perpendiculaire et de la droite D. Appliquons cette construction à toutes les droites D qui satisfont à une double condition d'ordre $\mu$ et de classe $\nu$, le point O et le plan P restant fixes. Le lieu des points $\Omega$ est une surface S, dont le degré est $\mu + 2\nu$.

» En effet, il est clair, tout d'abord, que les droites D qui rencontrent la perpendiculaire A élevée en O, au plan P, ont leurs points $\Omega$ sur cette droite; et, comme, par chaque point, il en passe un nombre égal à $\nu$, la droite A est multiple d'ordre $\nu$ de la surface S. En second lieu, si l'on mène par A un plan quelconque, on voit que les droites D qui ont leurs points $\Omega$ dans ce plan, en dehors de A, sont celles qui rencontrent le rayon mené de O, dans le plan P, perpendiculairement au plan considéré. Ces droites forment une surface de degré $\mu + \nu$, dont l'intersection par ce plan est une courbe de ce degré, ayant le point O pour point multiple d'ordre $\nu$. Donc tout plan mené par A coupe la surface S suivant une ligne composée de degré $\mu + 2\nu$. Tel est le degré de cette surface.

» On peut remarquer aussi que l'intersection de la surface S et du plan P se compose : 1° des $\mu$ droites D situées dans ce plan ; 2° des deux asymp-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 142; 1869.

totes des cercles du plan P et de centre O, multiples d'ordre $\nu$. Il en est de même des intersections de cette surface et de chacun des plans menés par A et une de ces asymptotes : elles se composent chacune de $\mu$ droites D et de deux droites multiples d'ordre $\nu$.

» On peut remarquer également que le point O est multiple d'ordre $2\nu$ sur la surface S, et que le lieu des tangentes en ce point se compose de $\nu$ cônes du second ordre, passant tous par la droite A et les deux asymptotes, et chacun par une des $\nu$ droites D qui passent en O. En sorte que, si l'on considère deux telles surfaces [S, $S_1$, la ligne d'intersection L qu'elles ont en commun, outre la droite A et les deux asymptotes, a en O un point multiple d'ordre $\nu\nu_1$.

» Considérons effectivement une pareille surface $S_1$, déterminée par la même construction opérée sur les droites $D_1$ satisfaisant à une autre double condition, d'ordre $\mu_1$ et de classe $\nu_1$. La ligne d'intersection L est de degré $d$ :

$$d = (\mu + 2\nu)(\mu_1 + 2\nu_1) - 3\nu\nu_1.$$

» A chaque point $\Omega$ de cette ligne L correspond un plan passant par la droite $O\Omega$, dont la trace sur le plan P est perpendiculaire à cette droite $O\Omega$, et qui contient un couple de droites conjuguées (D, $D_1$).

» Il est clair que, parmi ces couples de droites conjuguées, se trouve chacun de ceux de droites D, $D_1$ confondues, c'est-à-dire de droites satisfaisant à la fois aux deux doubles conditions données. Comme deux droites conjuguées ont un point $\Omega$ commun, on aura le nombre des couples de droites conjuguées confondues par celui des couples de droites dont les traces sur le plan P sont confondues, diminué de celui des couples dont le point $\Omega$ est dans ce plan.

» Les droites D dont les points $\Omega$ sont sur la ligne L forment une surface $\Sigma$, qui a pour ligne multiple d'ordre $\mu_1$ chacune des $\mu$ droites D du plan P. A chacune des $\nu\nu_1$ branches de la ligne L au point O correspond un couple de droites D, $D_1$, passant en ce point, et une nappe de la surface $\Sigma$. De plus, chacune des droites D, passant au point O, rencontre, en outre, en $\mu_1$ autres points la surface $S_1$, de degré $\mu_1 + 2\nu\nu_1$, avec point multiple d'ordre $2\nu_1$ en O. Donc, chacune des $\nu$ droites D passant en O est multiple d'ordre $\mu_1 + \nu_1$ sur $\Sigma$ ; et le point O est multiple d'ordre $\nu(\mu_1 + \nu_1)$ de cette surface.

» De même, les droites conjuguées $D_1$ forment une surface $\Sigma_1$, qui a pour ligne multiple d'ordre $\mu$ chacune des $\mu_1$ droites $D_1$ du plan P, et pour point multiple d'ordre $\nu_1(\mu + \nu)$ le point O.

» Nous avons vu plus haut que les droites D dont les traces sont sur un rayon issu de O, dans le plan P, ont leurs points Ω sur une courbe de degré $\mu+\nu$, avec point multiple d'ordre $\nu$ en O, et située dans le plan mené en O perpendiculairement à ce rayon. De même les droites $D_1$ qui rencontrent le même rayon ont leurs points $\Omega_1$ sur une courbe du même plan, de degré $\mu_1+\nu_1$, avec point multiple d'ordre $\nu_1$ en O. Par suite, les points Ω des couples de droites conjuguées, dont les traces sont sur ce rayon, sont les intersections de ces deux courbes, autres que le point O, et leur nombre $n$ est

$$n=(\mu+\nu)(\mu_1+\nu_1)-\nu\nu_1.$$

» Si l'on ajoute à ce nombre l'ordre de multiplicité du point O sur la surface Σ, on a le degré de la ligne suivant laquelle le plan P coupe cette surface, en outre des $\mu$ droites D de ce plan. De même pour la surface $\Sigma_1$. En sorte que les degrés des deux lignes sont respectivement

$$n+\nu(\mu_1+\nu_1) \quad \text{et} \quad n+\nu_1(\mu+\nu).$$

» Soient $x$ et $y$ les distances, à une origine prise sur un axe du plan P, des projections, sur cet axe, des traces de deux droites conjuguées D et $D_1$. A chaque valeur de $x$ répondent les droites D de la surface Σ qui rencontrent la perpendiculaire à l'axe à cette distance $x$ de l'origine, les $\mu$ droites du plan étant exceptées. Leur nombre est $n+\nu(\mu_1+\nu_1)$. A chaque valeur de $x$ répond ce nombre de valeurs de $y$. De même, à chaque valeur de $y$ répondent $n+\nu_1(\mu+\nu)$ valeurs de $x$. Il y a donc

$$2n+\nu(\mu_1+\nu_1)+\nu_1(\mu+\nu)$$

systèmes de valeurs $x$, $y$ égales.

» Parmi ces systèmes sont compris ceux qui correspondent aux couples de droites conjuguées dont les traces sont sur la perpendiculaire à l'axe menée par O, et dont le nombre est $n$. Parmi ces systèmes sont compris aussi ceux qui correspondent aux couples dont les points Ω sont dans le plan P. Ces points Ω sont les intersections du plan P et de la courbe L, autres que les $\mu\mu_1$ points de croisement des $\mu$ droites D et des $\mu_1$ droites $D_1$ de ce plan. Leur nombre est donc $d-\mu\mu_1$. Il reste donc

$$n+\nu(\mu_1+\nu_1)+\nu_1(\mu+\nu)-d+\mu\mu_1=\mu\mu_1+\nu\nu_1$$

couples de *droites conjuguées confondues;* ce qui démontre le théorème annoncé. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants électriques obtenus par la flexion des métaux.* Note de **M. P. Volpicelli**. (Extrait.)

« La moindre flexion produite dans une longueur métallique donne lieu à un courant électrique, quand cette longueur fait partie d'un circuit conducteur fermé. C'est ce qui fut démontré pour la première fois par Peltier (1), et le résultat de ses expériences fut confirmé par M. A. de la Rive. Peltier fit un grand cercle avec un fil de cuivre, qu'il mit en communication avec le galvanomètre à fil court, et il remarqua que, en courbant de quelque manière que ce soit le même fil, il se produisait un courant électrique, qui ne pouvait être attribué à l'influence magnétique de la terre; nous verrons cependant que, dans quelques cas, ces courants sont influencés par le magnétisme terrestre. Peltier remarqua encore que, en frottant simplement le fil de cuivre avec les doigts, ou avec un morceau de drap, on produisait des courants électriques. Mais il faut observer que, en faisant des expériences de cette manière, l'action calorifique est la cause principale du courant, car il suffit, pour le produire, de serrer entre les doigts le fil sans aucun frottement. Quant à la direction des courants, Peltier ne put pas s'en rendre compte.

» Je me suis servi d'un galvanomètre à réflexion pour continuer les recherches de M. Peltier, et il faut ajouter les faits suivants à ceux que nous avons déjà mentionnés sur le sujet qui nous occupe.

» 1° Les courants électriques de flexion s'obtiennent non-seulement avec le cuivre, mais avec tous les métaux; seulement le cuivre, dans les mêmes circonstances, produit sur l'aiguille astatique une plus grande déviation que les autres métaux. Ces courants présentent un cas assez remarquable, celui d'une transformation totale de la force vive en électricité; ce cas se présente pour le plomb, métal tout à fait dépourvu d'élasticité.

» 2° Il n'est pas nécessaire d'employer une longueur métallique très-grande, pour produire des courants sensibles de flexion; il suffit d'une longueur d'un décimètre.

» 3° En réunissant entre eux les rhéophores du galvanomètre, si courts qu'ils soient, puis en leur faisant subir la moindre flexion, on obtiendra une déviation sensible de l'aiguille. Il en résulte que, dans les expériences faites avec cet instrument, les rhéophores ne doivent être soumis à aucune

---

(1) De la Rive, *Traité d'électricité*, t. II, p. 573; Paris, 1856. — Daguin, *Traité de Physique*, t. III, p. 294; Paris, 1861. — *L'Institut*, vol. III, année 1835, p. 218.

flexion. Cette précaution, qui n'a pas encore été recommandée, est absolument nécessaire pour l'exactitude des résultats.

» 4° Les courants de flexion ne dépendent pas sensiblement du développement de la chaleur produite par la flexion, car ces courants cessent dès que cesse la flexion. Mais si ces flexions se répétaient souvent, et à de très-courts intervalles, on verrait se manifester l'influence des courants thermo-électriques.

» 5° Les courants de flexion sont si faibles qu'ils ne sont pas appréciables au moyen d'un galvanomètre à fil long et mince, et en cela ils ressemblent aux courants thermo-électriques.

» 6° Si l'on opère la flexion en écartant l'un de l'autre les deux bouts de la longueur métallique, on obtient un courant dirigé en sens contraire de celui que l'on obtient en rapprochant les deux mêmes bouts. Ces courants de direction opposée sont égaux en intensité, et j'appelle *courant d'ouverture* le premier, et *courant de fermeture* le second.

» 7° En retournant les bouts de la longueur métallique, mais non pas les rhéophores, la direction du courant de flexion ne change pas dans le galvanomètre. En outre, en altérant beaucoup l'agrégation moléculaire, dans une partie seulement de la longueur métallique, la direction du courant n'est pas changée, bien que l'on renverse les extrémités de cette même longueur. Pareillement, une longueur métallique avec de nombreux plis en zigzag, dont quelques-uns seulement ont été battus au marteau, fournit toujours un courant de la même direction, quoiqu'on renverse les extrémités de cette même longueur, c'est-à-dire que cette direction, indépendamment du renversement ci-dessus indiqué, est dans un sens quand on écarte les extrémités, et en sens contraire quand on les rapproche. En outre, une longueur composée de métaux différents soudés entre eux donne un courant de flexion dans le même sens, même si l'on en renverse les extrémités. Ces faits démontrent que la direction des courants de flexion ne dépend pas d'une manière sensible de l'homogénéité différente de la même longueur métallique.

» A ce propos, je ferai observer que j'ai obtenu des courants thermo-électriques de l'eau et du mercure, dans un cylindre de verre fermé et chauffé au milieu par une flamme d'alcool. Dans ce cas même, si l'on renverse les bouts du cylindre, le courant conserve la même direction.

» 8° Si la flexion, dans une longueur métallique quelconque, s'exécute de telle façon que les rhéophores, à l'extrémité desquels cette longueur est fixée, tournent dans un plan *horizontal*, il se produit un courant qui varie

en intensité suivant la nature du métal, mais qui, toutes choses égales d'ailleurs, reste également intense en tous les points du même plan. Cela est aussi vrai pour les flexions d'ouverture que pour celles de fermeture, dont les deux courants correspondants sont contraires entre eux pour la direction, quelle que soit la nature de la longueur métallique. Mais si la flexion s'exécute de manière que les rhéophores tournent dans un plan *vertical*, alors le courant de flexion se ressent de l'influence magnétique terrestre. Dans ce second cas, le courant passe par un minimum qui est nul, tant au nord qu'au sud du méridien magnétique; ainsi l'effet dû à cette influence résulte d'un maximum. Le courant au contraire devient maximum tant à l'est qu'à l'ouest; ainsi l'influence sus-mentionnée devient un minimum. De plus ces courants sont dirigés en sens contraires dans les deux points cardinaux diamétralement opposés est et ouest.

» Il est à remarquer que vu l'extrême sensibilité de l'aiguille astatique à réflexion, les perturbations du magnétisme terrestre doivent devenir très-sensibles sur l'aiguille même. Lorsque ce cas arrive, il est impossible de faire des recherches sur les courants de flexion dans des plans verticaux, parce que ces recherches seraient tout à fait incertaines.

» 9° Un des moyens pour déterminer la direction du courant de flexion est le suivant : que l'expérimentateur se place de façon à avoir devant lui non-seulement la longueur métallique, mais encore le galvanomètre et l'échelle sur laquelle se réfléchit l'image de l'index. Supposons, en outre, que les rhéophores, qui partent du galvanomètre et qui se joignent aux extrémités de la longueur métallique, ne présentent pas d'intersection. Cela posé, quand les flexions se produisent dans un plan horizontal, le courant d'ouverture est dirigé dans la longueur métallique, de la gauche à la droite de l'expérimentateur, tandis que le courant de fermeture est dirigé de droite à gauche. Il faut observer que, dans le courant d'ouverture, les molécules métalliques s'éloignent les uns des autres dans la concavité du métal, tandis que celles de la convexité se rapprochent, et que le contraire a lieu dans le courant de fermeture. Peut-être que la marche opposée des courants de flexion, que nous avons ici indiquée, dépend de ces altérations inverses de l'équilibre moléculaire.

» 10° Les longueurs métalliques égales entre elles, superposées les unes aux autres, engendrent un courant de flexion moins intense que celui qui est produit par une seule longueur.

» 11° Si cette longueur, réduite en zigzag avec des plis uniformes, est tirée horizontalement, en la prenant exactement dans son milieu, il ne se

produit aucune déviation dans l'aiguille. Si au contraire la même longueur n'a aucun pli, alors, bien que tirée horizontalement par son milieu, elle produit une déviation sensible sur l'aiguille. Ceci s'explique en observant que, dans le premier cas, les sinuosités de la longueur métallique doivent s'ouvrir, et que en même temps les deux bras de la même longueur doivent se rapprocher. Ces flexions contraires produisent des courants qui, pour être opposés entre eux, doivent avoir une résultante nulle.

» 12° En augmentant ou en diminuant la vitesse dans la production des flexions, on augmente ou on diminue l'intensité du courant. Cela se vérifie, soit que la longueur métallique présente des plis, soit qu'elle n'en présente pas.

» 13° A circonstances égales, en augmentant le nombre des plis dans une longueur métallique, on diminue l'intensité du courant de flexion, de sorte que son intensité devient un maximum quand il n'y a pas de plis.

» 14° Un fil métallique tendu horizontalement entre les rhéophores produit un courant s'il est éloigné de sa position d'équilibre; mais si on le fait revenir à cette même position, il produit un courant en sens contraire. Mais, si l'on frappe ce fil métallique en le faisant vibrer rapidement, de manière à lui faire rendre un son, l'aiguille ne diverge pas, car alors se produisent presque en même temps des courants de directions opposées.

» 15° Nous devons conclure du paragraphe 8°, que, dans le cas où la flexion de la longueur métallique se produit dans un plan vertical, alors en allant régulièrement du nord à l'est, l'intensité du courant, d'abord nulle, va en augmentant; puis, de l'est au sud, le courant va en diminuant jusqu'à devenir de nouveau nul; du sud à l'ouest, il va toujours en augmentant; enfin, de l'ouest au nord, il diminue continuellement, pour s'annuler de nouveau. L'acier aimanté ne présente aucune exception à ce que nous venons d'exposer.

» 16° Lorsque la flexion se fait d'une manière quelconque dans un plan horizontal, le courant produit marche toujours, dans le galvanomètre, en sens contraire de celui qui se produit lorsque la flexion se fait dans un plan vertical, mais à l'est; il marche toujours dans le même sens que celui qui se produit dans le même plan vertical, mais à l'ouest.

» 17° Une longueur formée de différents métaux soudés entre eux produit, toutes choses égales d'ailleurs, un courant de flexion moins intense de celui qui est produit par une même longueur, formée avec un seul métal. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'état des corps dans les dissolutions : sels de peroxyde de fer; par* **M. Berthelot.**

« 1. L'étude des doubles décompositions où figurent les sels de peroxyde de fer est des plus instructives ; mais cette étude doit être précédée par celle de l'état véritable de combinaison affecté par lesdits sels, simplement dissous. On sait, en effet, quels singuliers phénomènes offrent les dissolutions ferriques, comment l'acétate ferrique, d'après Péan de Saint-Gilles (1), le chlorure ferrique, d'après M. Debray (2), sont décomposés par la chaleur dans leurs dissolutions, en acide libre et oxyde de fer, ce dernier étant précipitable en nature par divers réactifs ; on connaît aussi les expériences de Graham sur l'oxyde de fer colloïdal (3), qui existe dans les dissolutions des sels basiques. J'ai fait quelques nouvelles expériences sur ces réactions, en m'aidant du thermomètre.

» 2. J'ai préparé d'abord du sulfate de peroxyde de fer très-pur. Cette préparation est bien connue ; mais elle exige beaucoup d'attention dans la dessiccation du sel. Pour en vérifier la pureté, je prépare une liqueur renfermant (4) 1 équivalent $SO^4 fe$ ($66^{gr},7$) par litre, la dissolution du sel étant opérée à froid, ce qui exige deux ou trois jours. Puis je précipite 25 centimètres cubes de cette liqueur, par un volume rigoureusement équivalent de potasse ; la liqueur filtrée doit être sans action sur le tournesol bleu, mais elle devient acide par l'addition de la moindre trace d'acide sulfurique. Tous les échantillons employés dans mes expériences ont été soumis à cette épreuve, à laquelle ne résistent ni un sel basique, ni un sel incomplétement débarrassé de l'acide excédant.

» L'acétate ferrique a été préparé par double décomposition, au moyen du sulfate ferrique et de l'acétate de plomb équivalent.

» Quant à l'azotate ferrique, c'est un sel cristallisé, bien défini : celui que j'ai employé répondait d'après l'analyse à $AzO^6 fe, 6Aq$.

» 3. Examinons l'influence de l'eau et celle de la chaleur sur chacun de ces sels : on peut définir ces influences par les quantités de chaleur dégagées lorsqu'on fait agir la potasse sur les sels dissous, à équivalents égaux.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 47.
(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 913.
(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV, p. 177.
(4) $fe = \frac{2}{3}$ Fe.

Soit d'abord le sulfate ferrique :

$$1^\circ\ SO^4fe\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + KO\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}).$$

Sel récemment dissous.......................................... $+ 10,01$.
Liqueur portée à $100^\circ$ pendant quelques minutes, puis refroidie..... $+ 10,15$.

2° { $SO^4fe\ (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + Aq\ (8^{\text{lit}})$.............................. $+ 0,10$.
Cette liqueur, conservée pendant trois semaines, $+ KO\ (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}})$. $+ 9,80$.

» Le sulfate ferrique n'éprouve donc ni décomposition notable par la dilution, ni transformation permanente par l'ébullition.

» 4. Mêmes conclusions pour l'azotate ferrique :

$$1^\circ\ AzO^6fe\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + KO\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}).$$

Sel récemment dissous.......................................... $+ 7,87$.
Liqueur portée à $100^\circ$ pendant quelques minutes, puis refroidie....... $+ 8,06$.

» Il n'y a donc pas eu séparation permanente entre l'acide et la base (1); mais si l'on évapore la liqueur, il en est autrement, l'acide azotique distille, et il se précipite de l'oxyde de fer ; ce phénomène était déjà commencé dans l'expérience ci-dessus.

2° { $AzO^6fe\ (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + Aq\ (10^{\text{lit}})$...................... $- 0,36$.
Cette liqueur, au bout de trois semaines, $+ KO\ (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}})$.. $+ 8,58$.

» Ce chiffre surpasse notablement la somme $7,87 + 0,36 = 8,23$, ce qui semble indiquer un commencement de décomposition, effectuée lentement dans la liqueur diluée.

» 5. Soit l'acétate ferrique :

$$1^\circ\ C^4H^3feO^4\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + KO\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}).$$

Sel récemment préparé....................... $+ 8,87$
Le même, au bout de trois semaines............ $+ 8,76$.

» Ce sel, obtenu par double décomposition, subsiste tel quel pendant sa conservation ; cependant il n'est pas douteux que l'acide et la base ne soient déjà séparés en partie dans la dissolution : l'odeur acétique de la liqueur suffit pour le prouver.

2° Liqueur portée à 100 degrés pendant quelques minutes, puis refroidie.. $+ 12,72$.

---

(1) La stabilité de l'azotate ferrique à 100 degrés a été déjà signalée par M. Scheurer-Kestner. (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 232).

» Ce chiffre accuse une séparation à peu près complète entre l'acide acétique et l'oxyde de fer; car l'acide acétique pur et la potasse dégagent $+13,33$. La présence d'un peu de sel ferrique subsistant est d'ailleurs facile à constater, en précipitant l'oxyde ferrique par le sulfate de potasse.

» Sous l'influence du temps, l'acide et l'oxyde tendent à se recombiner; mais cette réaction est très-lente, si tant est qu'elle puisse reproduire l'état primitif. En effet, j'ai trouvé, au lieu de $+8,87$ :

| | |
|---|---|
| Après trois heures......... | $+12,72$ |
| Après quatre jours......... | $+12,56$ |
| Après dix-huit jours........ | $+12,13$ |

» 3° L'acétate de fer chauffé à 100 degrés est précipité, après refroidissement, par le sulfate de potasse, par l'acide sulfurique, qui en séparent de l'oxyde de fer, etc., selon les observations de Péan de Saint-Gilles. Voici la chaleur mise en jeu dans ces réactions, opérées à froid :

$$C^4H^3\mathit{fe}O^4 \text{ (chauffé)} + SO^4K(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots \quad -0,16.$$

Cette quantité répond à peu près à la réaction de $C^4H^4O^4$ sur $SO^4K$. D'où il suit que *la coagulation de l'oxyde de fer* qui se produit au même moment *répond à un phénomène thermique très-faible, sinon nul :* résultat fort important pour la théorie de la solidification des corps non cristallisés.

» 4° $C^4H^3\mathit{fe}O^4$ (chauffé) $+ SO^4H(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}})$ dégage $+0,46$ au moment du mélange; cette première action est suivie d'une réaction plus lente qui dégage une nouvelle quantité de chaleur, plus grande encore que la première, mais que la lenteur du phénomène ne m'a pas permis de mesurer avec exactitude. Le premier dégagement de chaleur peut être attribué à la coagulation du précipité; mais le dégagement consécutif semble traduire une *condensation moléculaire* qui se poursuit, car l'oxyde lavé ne retient pas la plus légère trace d'acide sulfurique. Cet oxyde ainsi lavé est devenu insoluble dans l'eau. Les acides étendus ne le dissolvent pas immédiatement à froid, si ce n'est l'acide chlorhydrique.

» 6. Non-seulement l'acétate de fer est décomposé presque complétement par l'ébullition, mais la décomposition qu'il manifeste déjà à froid s'accroît avec la proportion d'eau mise en présence, sans qu'on ait besoin d'élever la température. Seulement les effets de la dilution ne sont pas instantanés comme avec le carbonate d'ammoniaque; mais ils se manifestent seulement sous l'influence du temps, comme pour l'éther acétique. L'expérience est très-digne d'intérêt.

$$1^\circ \quad C^4H^3\mathit{fe}O^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + Aq(10^{\text{lit}}) \ldots \quad -0,56.$$

Cette liqueur diluée, traitée presque immédiatement par la potasse,

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| + KO ($1^{équiv} = 2^{lit}$) dégage... | +9,76 | au lieu de | +8,87 | (liqueur concentrée) |
| + $SO^4H$ ($1^{équiv} = 2^{lit}$) » ... | +2,41 | » | +1,36 | » |

» Ces nombres semblent déjà indiquer une nouvelle absorption de — 0,40 environ, effectuée lentement pendant les manipulations. Mais la décomposition est bien plus manifeste au bout de trois semaines. On obtient alors, la dissolution étant demeurée limpide, pour :

KO..... +11,32 au 1er moment, et +12,82 après quelques minutes;
$SO^4H$... + 1,34 » et + 3,68 et davantage, après quelques minutes.

» Les premiers de ces chiffres indiquent une séparation presque complète entre l'acide et l'oxyde de fer. Ils ne sont pas d'ailleurs strictement comparables aux précédents, attendu que l'acide sulfurique s'unit à l'oxyde de fer dans la dissolution d'acétate récemment diluée, sans en rien séparer; tandis qu'il coagule la presque totalité de l'oxyde de fer dans l'acétate dilué depuis trois semaines; l'oxyde ainsi précipité ne retient pas trace d'acide sulfurique. Il n'est pas d'ailleurs identique avec l'oxyde séparé de l'acide acétique par la chaleur, ce dernier étant plus rouge, plus contracté, moins gélatineux. Enfin l'oxyde précipité au sein de l'acétate décomposé par dilution, qu'il soit séparé par l'acide sulfurique ou par la potasse, ne demeure pas dans son état premier; mais il éprouve une suite de transformations, de déshydratations et de condensations, traduites par des dégagements de chaleur qui se prolongent indéfiniment.

» 2° Citons encore les expériences suivantes :

$C^4H^3\mathit{fe}O^4$ ($1^{équiv} = 2^{lit}$) + Aq ($2^{lit}$)............... — 1,10
+ KO, immédiatement après la dilution.......... + 8,70.

Après trois semaines, la solution d'acétate ferrique est remplie par un précipité gélatineux, ce qui n'était pas arrivé dans les essais ci-dessus.

» Elle dégage alors

KO ($1^{équiv} = 2^{lit}$)......... + 10,42,

chiffre qui accuse une séparation considérable entre l'oxyde et l'acide, quoique moins complète que ci-dessus, la proportion d'eau étant moindre.

» En résumé, l'oxyde de fer et les acides ne sont unis que d'une manière incomplète dans les dissolutions des sels ferriques : l'eau intervient dans les équilibres qui caractérisent cet ordre de combinaisons. Son rôle décomposant est surtout manifeste pour les sels formés par les acides faibles, tels

que l'acétate ferrique; il s'exerce en raison des proportions relatives; il est accru par l'élévation de la température. Ce n'est pas tout : la réaction de l'eau sur les sels ferriques n'est pas instantanée, mais progressive, précisément comme la décomposition des éthers par l'eau, soit que l'oxyde de fer change d'état moléculaire en se séparant des acides, soit que sa fonction chimique véritable soit analogue à celle d'un alcool. Enfin les effets ne sont pas toujours réversibles par le seul fait d'un changement réciproque dans les conditions de température ou de proportions relatives, attendu que l'oxyde de fer, une fois séparé des acides, prend certains états moléculaires nouveaux, comparables à une condensation polymérique, et qui le rendent incapable de régénérer les combinaisons primitives. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition spontanée de divers bisulfites.* 3e Note de **M. C. Saint-Pierre**, présentée par M. Balard.

« L'Académie m'a fait l'honneur d'accueillir l'exposé de mes recherches sur la décomposition spontanée du bisulfite de potasse (*Comptes rendus*, 12 mars 1866 et 18 septembre 1871). — Ce sel donne, en vase clos et en solution concentrée ou étendue, un dépôt de soufre, de l'acide sulfurique et un ou plusieurs acides de la série thionique. Il était naturel de rechercher comment se comporteraient, dans des conditions analogues, d'autres bisulfites.

» I. *Acide sulfureux.* — Je me suis demandé si la molécule de l'acide sulfureux lui-même n'éprouverait pas une décomposition spontanée. Dans ce but, j'ai scellé (8 janvier 1868) deux tubes contenant de l'acide sulfureux anhydre liquéfié, et deux autres tubes contenant une solution très-concentrée d'acide sulfureux. Ces appareils ont été chauffés plus d'un mois au bain-marie, puis abandonnés en repos. Les liqueurs se sont conservées limpides et incolores jusqu'à présent; il n'y a eu ni dépôt de soufre, ni trace de décomposition. C'est donc à l'influence de la base qu'il faut attribuer les faits que j'ai eu occasion d'observer précédemment, et les expériences ci-après montrent que l'oxyde de plomb et la baryte se comportent dans ce cas comme la potasse.

« II. *Bisulfite de plomb.* — Le 10 février 1867, on prépare ce sel en saturant le carbonate de plomb délayé dans l'eau par le gaz sulfureux. — On filtre et on conserve en tube scellé, à la température du laboratoire. Le 28 avril 1868, on ouvre plusieurs tubes dans lesquels on avait déjà observé depuis longtemps la formation d'un précipité blanc de sulfate de plomb. —

Le liquide des tubes rapidement filtré permet de recueillir ce précipité et donne une liqueur qui est fortement acide, et précipite par le nitrate de baryte à l'état de sulfate insoluble dans l'acide nitrique. Elle contient donc de l'acide sulfurique libre. La liqueur ne précipite pas par le sulfure ammonique, elle ne contient donc pas de plomb.

» Par le sulfate de cuivre, à froid, la liqueur ne précipite pas; mais elle précipite à chaud. Or, l'acide sulfureux et les bisulfites n'ont pas donné, dans ces conditions, de précipité avec notre sulfate de cuivre. Nous rapportons donc la réduction du sel cuivrique à la présence d'un acide de la série thionique, peut-être l'acide hyposulfurique, mais nous n'avons eu à notre disposition que des quantités trop faibles de matière pour déterminer cet acide. — Le nitrate mercureux a été réduit de même.

» Quant au précipité recueilli sur le filtre, il contient, outre le sulfate de plomb, des traces de soufre libre. En effet, mis en digestion avec du sulfure de carbone, il a donné une solution qui, évaporée sur un verre de montre, abandonne un léger résidu jaunâtre, insoluble dans l'eau, soluble dans quelques gouttes d'acide azotique fumant et chaud. Cette dernière solution évaporée, reprise par l'eau et traitée par le nitrate de baryte, précipite à l'état de sulfate barytique.

» III. *Bisulfite de baryte.* — Je me procure ce sel en saturant par l'acide sulfureux le carbonate de baryte délayé dans l'eau. La liqueur est filtrée rapidement et scellée dans des tubes, assez vite pour qu'il n'y ait que des traces à peine sensibles de sulfate de baryte formé par l'action de l'air. Les tubes sont chauffés au bain-marie. Après dix ou douze heures de chauffe, le précipité blanc a augmenté; les tubes ouverts contiennent encore de l'acide sulfureux, mais ils renferment aussi de l'acide sulfurique libre. Ce dernier composé s'est donc formé en quantité supérieure à celle qui pouvait saturer la baryte. Débarrassée de l'acide sulfurique, la liqueur contient un autre corps acide de la série thionique, précipitant en noir les sels mercureux et le nitrate d'argent.

» IV. Les expériences ci-dessus démontrent que l'acide sulfureux chauffé en vase clos résiste dans des conditions où certains bisulfites se décomposent. Les bisulfites donnent une quantité d'acide sulfurique supérieure à celle que peut saturer la base. Cette oxydation ayant lieu en vase clos ne peut se faire sans la production corrélative d'un corps moins oxydé que l'acide sulfureux. Nous avons obtenu ainsi des acides de la série thionique et même un dépôt de soufre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la chaleur absorbée pendant l'incubation.* Note de M. A. MOITESSIER, présentée par M. Balard.

« Un œuf fécondé ne donne naissance à un être vivant qu'à la condition d'être maintenu, pendant un certain temps, à une température déterminée. Quel est le rôle de la chaleur pendant l'incubation? telle est la question que je me suis proposé de résoudre. On pouvait se demander, en effet, si la chaleur nécessaire à l'œuf pour son évolution ne disparaissait pas en partie, en se transformant; je crois avoir démontré que cette transformation s'effectue réellement; c'est du moins ce qui me paraît résulter des expériences que je vais décrire. Après bien des essais, je me suis provisoirement arrêté à la méthode suivante, qui permet de suivre, sans la mesurer, la marche du phénomène. Cette méthode est fondée sur la comparaison de la vitesse de refroidissement d'œufs fécondés et d'œufs non fécondés, portés à la même température initiale.

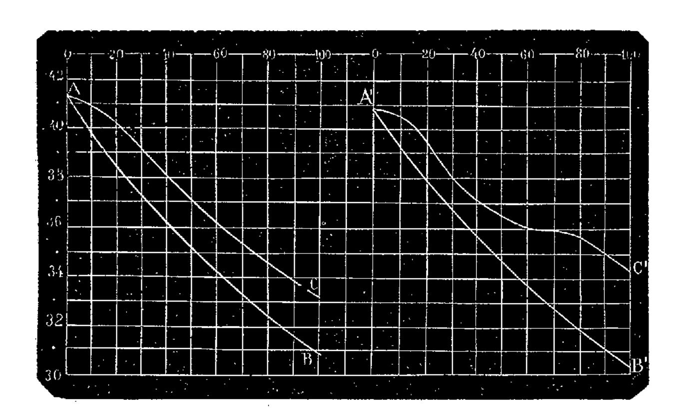
» L'appareil dont j'ai fait usage n'est autre qu'une petite couveuse, d'une forme particulière. Il se compose d'un vase cylindrique contenant deux à trois litres d'eau, dont la température est maintenue constante, à 41 degrés environ, par une lampe à gaz alimentée par un régulateur de M. Schlœsing. Au milieu de la masse d'eau, se trouve un second vase rempli d'air, qui renferme les œufs. Ce vase, complétement entouré d'eau, ne communique avec l'extérieur que par une tubulure destinée à recevoir un thermomètre. Une enveloppe protége le tout contre les causes extérieures de refroidissement. Enfin, deux thermomètres, dont l'un est plongé dans l'eau de l'étuve, l'autre dans le compartiment intérieur, complètent l'appareil. Ces thermomètres sont observés avec une lunette, et doivent être assez sensibles pour permettre l'évaluation d'un dixième de degré. La couveuse qui a servi à ces recherches contenait trois œufs, placés verticalement à côté les uns des autres; c'est dans l'espace compris entre les trois œufs qu'est placé le thermomètre intérieur.

» Les œufs sont introduits dans l'appareil, préalablement porté à la température convenable, et, au bout de quelques heures, les deux thermomètres indiquent des températures stationnaires et identiques. On éteint alors la lampe à gaz et l'on observe, de minute en minute, la marche descendante des deux thermomètres. L'expérience démontre, comme on devait s'y attendre, que l'eau de l'étuve se refroidit plus vite que l'air de la boîte intérieure; mais les résultats sont essentiellement différents,

selon que la couveuse contient des œufs non fécondés ou des œufs fécondés.

» Dans le premier cas, le refroidissement des deux thermomètres suit une loi très-régulière, comme l'indiquent les deux courbes AB, AC, dont les ordonnées représentent les températures, et les abcisses les temps évalués en minutes.

» Si, dans le même appareil, on substitue aux œufs de l'expérience précédente des œufs fécondés, soumis depuis quelques jours à une incubation naturelle ou artificielle, la marche du thermomètre intérieur est profondément modifiée, tandis que celle du thermomètre plongé dans l'eau de l'étuve n'a pas sensiblement changé. Les deux courbes A′B′, A′C′ indiquent les résultats de l'expérience pour des œufs de sept jours d'incubation.




» On voit, par l'inspection seule de la figure, combien la courbe A′C′ diffère de la courbe AC; non-seulement elle se rapproche plus rapidement, à son origine, de celle qui correspond au thermomètre de l'étuve, mais encore elle présente, à 36 degrés, un point singulier qui la ramène brusquement à coïncider avec la courbe AC. Les œufs fécondés se refroidissent donc plus vite, entre 41 et 36 degrés, que les œufs non fécondés, au-dessous de cette température; les uns et les autres se comportent de la même manière.

» Cette expérience ne me paraît comporter qu'une seule interprétation: le refroidissement plus rapide des œufs fécondés suppose nécessairement qu'une partie de la chaleur qu'ils possédaient à l'origine du refroidissement a disparu, comme chaleur sensible, et cette chaleur ne peut disparaître qu'en se transformant. Il est évident, d'ailleurs, que cette absorption de chaleur

par des œufs vivants doit se faire d'abord aux dépens de leur chaleur propre, et que l'air ambiant ne se refroidit qu'avec beaucoup plus de lenteur; de sorte que, si l'on pouvait suivre avec rigueur la marche de la température dans l'œuf lui-même, la différence d'allure des deux courbes serait bien plus accentuée. On voit, de plus, que l'incubation aurait un effet utile dans des limites comprises entre 41 et 36 degrés. Je dois dire, cependant, que le point d'inflexion qui correspond, pour la courbe A'C', à la température de 36 degrés, n'a pas une position absolument fixe; il s'est déplacé, dans mes expériences, entre 36°,8 et 35°,2. Ce fait me paraît tenir surtout à l'époque de l'incubation, bien que je n'aie pu saisir de relation bien nette entre cette donnée et le déplacement du point d'inflexion.

» Les résultats qui précèdent ont été soumis à de nombreux contrôles; répétée un grand nombre de fois, à diverses époques de l'incubation, l'expérience a toujours conduit à des résultats analogues, et un insuccès correspondait toujours à la mort ou à la non-fécondation d'un ou de plusieurs œufs. De plus, si l'on tue, par un refroidissement prolongé ou par un échauffement exagéré, les trois œufs qui ont fourni une courbe telle que A'C', on obtient invariablement, en les soumettant de nouveau à l'expérience, une courbe identique à AC.

» Enfin, comme dernière vérification, j'ai cru devoir recourir à la détermination de la chaleur spécifique des œufs morts et des œufs vivants. On voit, en effet, d'après ce qui précède, qu'un œuf fécondé se comporte, *pendant qu'il se refroidit*, comme s'il possédait une chaleur spécifique plus faible que celle d'un œuf non fécondé. Malgré les incertitudes qui doivent nécessairement entacher des déterminations de cette nature, je citerai les nombres suivants, obtenus par la méthode des mélanges, pour des températures comprises entre 41 et 15 degrés, et qui paraissent confirmer les premiers résultats :

| | Chaleurs spécifiques. | Observations. |
|---|---|---|
| OEuf non fécondé. | 0,725 | » |
| OEuf fécondé (7 jours d'incubation) | 0,667 | Vivant après l'expérience. |
| OEuf fécondé (10 jours d'incubation) | 0,700 | Mort pendant l'expérience. |

» Les données qui précèdent ne peuvent être considérées que comme *qualitatives;* aussi, m'a-t-il été impossible d'en tirer aucune déduction, soit sur les quantités de chaleur absorbées, soit sur les rapports de ces quantités aux diverses périodes de l'incubation. La solution du problème me paraît

cependant abordable, et je serai heureux si l'Académie veut bien m'autoriser à lui communiquer les résultats de nouvelles recherches que je poursuis en ce moment, par une méthode entièrement différente. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques et les métamorphoses des cyanates dans l'organisme.* Note de MM. **Rabuteau** et **Massul**, présentée par M. Robin.

« On sait, d'après les recherches de l'un de nous (1), que les chlorates ne subissent aucune réduction dans l'organisme, que les bromates s'y réduisent difficilement, que les iodates s'y réduisent tous avec la plus grande facilité, de sorte qu'on retrouve des iodures dans les urines des personnes qui ont pris ces derniers composés, ainsi que dans celles des animaux auxquels on les a administrés, ou dans le sang desquels on les a injectés.

» Il était intéressant de savoir ce que devenaient les cyanates dans l'économie. On pouvait se demander, d'abord, si ces composés étaient toxiques, puis s'ils se réduisaient en se transformant en cyanures, où s'ils subissaient dans l'organisme la décomposition qu'ils éprouvent au contact de l'eau.

» Nos recherches, qui ont porté sur les cyanates de potasse et de soude, prouvent : 1° que ces sels ne sont pas toxiques, comme on aurait pu le présumer; 2° qu'ils donnent naissance dans l'économie à des carbonates alcalins.

» Quand on porte en une fois, dans l'estomac des chiens, des doses assez fortes de cyanate de potasse, 3 grammes par exemple, on constate que la santé de ces animaux continue d'être parfaite comme auparavant; de plus, leurs urines présentent bientôt une réaction fortement alcaline, elles font même effervescence avec les acides. L'injection de 25 centigrammes de sel, dans les veines d'un chien de petite taille, a rendu les urines de cet animal légèrement alcalines; quinze heures après l'injection, elles étaient encore presque neutres. Le cyanate de potasse, injecté dans le sang, chez les chiens, à la dose de 1 gramme, produit la mort; mais ce sel ne tue pas alors, parce que c'est un composé cyanique; il agit comme sel de potassium, de la même manière que le sulfate, le chlorure, le bicarbonate de potassium,

(1) Rabuteau, *Mémoires et comptes rendus de la Société de Biologie*, 1868 et 1869.

qui, injectés dans le torrent circulatoire à la dose de 1 gramme, produisent une mort foudroyante en arrêtant le cœur.

» Le cyanate de soude peut être injecté impunément chez un chien à la dose de 1 gramme, parce que les sels de sodium sont, pour ainsi dire, inoffensifs comparativement aux sels de potassium. Les urines deviennent alors franchement alcalines.

» Les cyanates de potasse et de soude donnent, par conséquent, naissance dans l'organisme à des carbonates de potasse et de soude. Nous n'avons pu retrouver, dans les urines, du carbonate d'ammoniaque, qui doit se produire également dans la décomposition des cyanates. Ce résultat négatif est conforme aux recherches de l'un de nous (1), qui a reconnu que le sesqui-carbonate d'ammoniaque, pris même à la dose de 5 grammes en un jour, ne rend pas les urines alcalines, car il se transforme partiellement en chlorure d'ammoniaque dans l'estomac, et la portion de ce sel qui a été absorbée se transforme en d'autres produits (azotate, d'après Bence Jones, ou plutôt phosphate, d'après M. Rabuteau).

» Il résulte de ces recherches qu'administrer des cyanates alcalins, c'est administrer des carbonates alcalins, comme lorsqu'on prescrit des acétates, des lactates, des tartrates, etc., de potasse ou de soude.

» L'urée ingérée dans l'estomac, ou injectée dans le sang, se retrouve en nature dans les urines. D'après ces données, il est probable que le cyanate d'ammoniaque, qui est isomère avec l'urée, ne se transformerait pas en ce principe, mais en carbonate d'ammoniaque dans l'organisme.

» Nos recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine. »

ZOOLOGIE. — *Matériaux pour servir à l'histoire du Gymnètre épée* (Gymnetrus gladius *C. et V.*). — Note de **M. S. Jourdain**, présentée par M. Blanchard.

« Au mois d'avril 1871, M. Durand, lieutenant des douanes à Palavas (Hérault), envoya au laboratoire de la Faculté des Sciences de Montpellier un poisson de très-grande taille, qui avait été recueilli mort sur la plage, à peu de distance du petit port où ce fonctionnaire réside. Ce poisson est un Acanthoptérygien, de la famille des Ténioïdes, appartenant à une tribu

(1) *Gazette hebdomadaire*, 1871, n° 46.

établie par Cuvier et Valenciennes pour les espèces à bouche pourfendue et à museau protractile. De plus, l'absence d'une véritable nageoire anale, ainsi que la présence d'un rayon unique à la ventrale, le font rentrer sans incertitude dans le genre Gymnètre, proposé jadis par Bloch et adopté par les savants auteurs de l'*Histoire des Poissons*.

» Les Gymnètres, animaux d'une longueur considérable, au corps relativement étroit et très-comprimé, appartiennent à la catégorie de ceux que les pêcheurs confondent sous la dénomination générale de *Poissons ruban* ou *Poissons épée*. Ils arrivent rarement entre les mains du zoologiste, et encore, se rompant sous le moindre effort, n'y parviennent-ils presque toujours que plus ou moins incomplets et inutiles. Des représentants du genre Gymnètre existent dans nos eaux méditerranéennes; d'autres ont été signalés de loin en loin dans les mers du Nord, mais dans l'état actuel de la science ichthyologique il est impossible de savoir où il y a identité spécifique entre les divers spécimens étudiés par les naturalistes.

» L'individu soumis à notre examen, et qui nous a paru être le *Gymnetrus gladius* (1), avait éprouvé de regrettables mutilations; nous avons cru néanmoins, en présence d'une telle pénurie de documents, fournir un appoint de quelque utilité à l'histoire de ce genre en publiant nos observations sur cette espèce rare et curieuse.

» La longueur de notre individu, dont l'extrémité caudale n'était plus intacte, était de $3^{m},40$. La tête, depuis l'extrémité du museau jusqu'à l'union de l'occipital avec la première vertèbre dorsale, mesurait $0^{m},14$. Nous avons pu compter très-exactement les rayons de la dorsale qui se trouvaient au nombre de 338. Risso, dans la même espèce, en avait rencontré 246; Cuvier et Valenciennes en ont reconnu 340.

» Les téguments possèdent un pigment argenté des plus brillants, qui doit rendre ce poisson d'une admirable beauté quand il est vivant. La peau est semée de mouchetures grisâtres, chatoyantes, mentionnées déjà par Cuvier et Valenciennes.

» La bouche est presque inerme; la région palatine est dépourvue de dents, les maxillaires supérieur et inférieur seuls portent une rangée de dents si courtes et si fines qu'elles sont à peine sensibles au toucher.

» L'œsophage commençant en arrière de cette cloison fibreuse qui

(1) *Gymnetrus gladius*, Cuv. et Val.; — *Copola gladius*, Wallbaum; — *Gymnetrus longiradiatus*, Risso.

sépare la cavité viscérale du vestibule branchio-pharyngien et aussi de la loge péricardique, se continue sans ligne de démarcation visible à l'extérieur avec l'estomac, lequel, dans sa plus grande largeur, mesure 4 à 5 centimètres. Le réservoir stomacal a la forme d'un cône excessivement allongé et atténué; son étendue en longueur est considérable: elle égalait $1^m,73$ dans notre exemplaire.

» Sur le côté gauche du sac stomacal, à $0^m,30$ de la cloison diaphragmatique, naît la portion pylorique de l'intestin grêle, qui après s'être dirigée transversalement, ne tarde pas à remonter en avant, parallèlement à l'estomac, puis parvenue à environ $0^m,12$ du diaphragme, se réfléchit de nouveau pour constituer la portion descendante terminale du tube digestif. L'anse pylorique de l'intestin grêle est nue, mais toute la portion ascendante est recouverte d'une très-grande quantité de cœcums de $0^m,003$ ou $0^m,004$ de diamètre, sur $0^m,02$ ou $0^m,03$ de longueur. Cette portion du tube digestif, examinée à l'intérieur, montre sur toute sa surface les orifices des cœcums pyloriques, aussi rapprochés que les alvéoles d'un gâteau d'abeilles. Un repli valvulaire très-court se rencontre à la jonction de l'estomac et de l'intestin pylorique. La portion terminale du canal alimentaire s'étend en ligne droite depuis l'anse terminale de l'intestin pylorique jusqu'à l'anus, en conservant à peu près le même diamètre.

» La rate, en forme de massue, dont la grosse extrémité regarde en avant, est située à environ $0^m,03$ du pylore; elle occupe la gouttière formée par l'accolement de l'estomac avec la portion descendante terminale de l'intestin.

» Le foie, d'un beau rouge orange, est constitué par un seul lobe ovalaire, d'environ $0^m,15$ de longueur sur $0^m,05$ de largeur. L'une des faces est creusée en gouttière suivant sa longueur, pour recevoir l'œsophage. Dans une scissure qui règne à $0^m,02$ du bord gauche de la glande, on aperçoit le canal excréteur de la glande, naissant par plusieurs branches au niveau du tiers inférieur du foie, et fournissant, après un court trajet, un canal cystique qui débouche presque immédiatement dans la grosse extrémité d'une vésicule biliaire pyriforme à parois très-minces et lisses intérieurement. Le canal hépatique, qui doit prendre alors le nom de *canal cholédoque*, après avoir reçu trois ou quatre conduits hépatiques, quitte le foie, longe l'intestin à cœcums pyloriques, et va s'ouvrir dans ce dernier, entre les embouchures des cœcums.

» Le cœur se compose, comme à l'ordinaire, d'une oreillette, d'un sinus

précardiaque, d'un ventricule et d'une bulbe. Le ventricule a la forme d'un tétraèdre assez régulier, dont la face supérieure, considérée comme base, est percée de deux orifices très-rapprochés : l'un, orifice auriculo-ventriculaire, garni de deux valvules comparables aux valvules sigmoïdes; l'autre, orifice ventriculo-bulbaire, protégé par deux valvules telles qu'on en rencontre chez tous les Téléostéens. L'orifice qui fait communiquer le sinus avec l'oreillette est aussi muni de replis valvulaires, dont la disposition rappelle celle de la valvule mitrale du cœur de l'homme. Les parois de l'oreillette possèdent à l'intérieur des colonnes charnues de différents ordres; leur épaisseur est faible. Il n'en est pas de même du ventricule, dont les parois musculaires ont au contraire un développement considérable qui en réduit singulièrement la cavité intérieure. Sur la face interne on observe plusieurs orifices qui correspondent à deux espaces rameux, ménagés entre les faisceaux musculaires qui entrent dans la composition du ventricule, et qui paraissent s'arrêter à une petite distance de la face externe de cette chambre cardiaque. Il en résulte que le ventricule, d'un tissu ferme et dense extérieurement, devient dans ses couches profondes spongieux, et s'imbibe de sang veineux au moment de la diastole ventriculaire.

» Comme dans la plupart des Téléostéens, les reins remontent fort avant dans la cavité abdominale. Les glandes, séparées d'abord à leur partie antérieure par les muscles branchio-vertébraux, s'étendent en arrière dans le sillon qui règne à la voûte de la cavité viscérale des deux côtés de la colonne vertébrale. Elles ne tardent pas à diminuer de volume, et se rapprochent sur la ligne médiane où elles s'accolent, de manière à se confondre enfin en une masse unique vers leur extrémité terminale qui est très-amincie. L'urétère, qui est unique, sort de la masse du rein à $0^m,02$ de son extrémité postérieure, puis, après un assez long trajet, se dilate en un réservoir vésical ellipsoïde, de $0^m,12$ à $0^m,14$ de longueur.

» Si l'on compare les résultats de nos dissections à ceux que Cuvier et Valenciennes ont consignés dans l'*Histoire des Poissons*, t. X, p. 265, on remarquera qu'il existe des différences notables en ce qui concerne les proportions des diverses parties de l'appareil urinaire. Cuvier et Valenciennes annoncent que les reins se prolongent en arrière aussi loin que l'estomac, tandis que, dans notre spécimen, il dépassait seulement de $0^m,19$ l'anse pylorique. Ce caractère conviendrait mieux au Gymnètre trait, autre espèce méditerranéenne, dont les reins, d'après les auteurs ci-dessus, se terminent avant la pointe de l'estomac. Cuvier et Valenciennes attribuent au réservoir urinaire une longueur de 1 mètre, dimen-

sion que nous ne retrouvons pas dans notre exemplaire, et qui, du reste, est en rapport avec la grande longueur trouvée pour la glande urinaire.

» Le *Gymnètre épée* et le *Gymnètre trait* demanderaient à être l'objet d'un examen comparatif rigoureux, portant sur des exemplaires en bon état de conservation. L'individu que nous avons examiné était une femelle. Les ovaires constituent deux sacs allongés, suspendus à la voûte de la cavité viscérale par un repli du péritoine. L'organe femelle se compose d'un double sac, sur les parois internes duquel se produisent les ovules, et qui se continue en diminuant de diamètre et en perdant sa couche ovigène, sous forme d'un oviducte qui va s'ouvrir dans le vestibule uro-génital. Toutefois, dans le Gymnètre épée, ainsi qu'on l'observe à titre exceptionnel chez les Téléostéens, les deux sacs ovariens, séparés et distincts sur une longueur de $0^m,33$, se soudent et constituent une cavité ovarienne commune d'où naît un oviducte unique, de telle sorte que l'organe femelle se présente sous l'apparence d'un sac profondément bilobé en avant, comme on le voit dans la Carpe, et mieux encore dans le Chabot (*Cottus gobio*, L.). La disposition que nous signalons est tout à fait l'inverse de celle que Hyrtl [*Das uropoët. syst.* (*Mémoires de l'Académie de Vienne*; 1870, t. I, *Pl. LIII, fig.* 9)] a rencontrée dans un autre Ténioïde, le *Trachypterus iris*, espèce méditerranéenne, où les sacs ovariens, confondus en avant, reprennent en arrière leur individualité. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Description des plantes fossiles de Ronzon (Haute-Loire)*. Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Decaisne.

« La végétation du centre de la France à l'époque tongrienne n'est représentée, dans les calcaires marneux de Ronzon, que par les seize espèces suivantes :

| Espèces de Ronzon. | Espèces actuelles analogues. |
|---|---|
| Equisetum ronzonense, Mari............. | » |
| Sparganium stygium, Heer.............. | » |
| Typha latissima, A. Braun.............. | » |
| Podostachys Bureauana, Mari............ | » |
| Myrica serratiformis, Mari............. | Myrica æthiopica; Afrique australe. |
| Quercus elœna, Ung.................. | » |
| Celtis latior, Mari.................... | Celtis sp.; Indes orientales. |
| Litsæa microphylla, Mari............... | Litsæa dealbata; Australie. |
| Laurus primigenia, Ung................ | Laurus canariensis; Canaries. |
| Bumelia minuta, Mari.................. | » |

| Espèces de Ronzon. | Espèces actuelles analogues. |
|---|---|
| Myrsine embeliæformis, Mari............ | Embelia micrantha; Ile de France. |
| Pistacia (Lentiscus) oligocenica, Mari...... | Pistacia Lentiscus; littoral de la Méditerranée. |
| Mimosa Aymardi, Mari................ | » |
| Echitenium comans, Mari............... | » |
| Ronzocarpon hians, Mari.............. | » |

» Les débris de ces plantes, entraînés par le vent ou balayés par les pluies, venaient s'enfouir dans les lagunes, qui déposaient les calcaires exploités de nos jours.

» En quelques points, les eaux peu abondantes donnaient probablement naissance à de véritables marécages, où les végétaux palustres se décomposaient sur place et produisaient les couches tourbeuses que l'on observe aux Farges, à la partie moyenne de la formation. D'après une foule d'indices que nous ne pouvons développer ici, cette végétation semble avoir été généralement pauvre et rabougrie, mais non pas monotone. Ce que l'on sait des mammifères de cette époque confirme du reste les déductions de la paléontologie végétale. A l'exception du Rhinoceros (*Ronzotherium*) et de l'*Entelodon*, ces vertébrés ne devaient pas consommer beaucoup de plantes. Les rares *Paleotherium* et *Paloplotherium* se nourissaient sans doute, comme les *Rhinoceros* et les *Botryodons*, de buissons à feuilles coriaces. L'existence des *Gelocus*, ruminants presque encore pachydermes, paraît liée à la présence de plantes particulières, telles que les *Mimosa* et les *Podostachys*.

» Le caractère tropical des espèces de Ronzon n'est pas exceptionnel à l'époque tongrienne. L'examen des diverses flores de cet âge permet de fixer à environ 23° c. la température moyenne de la France, au début de la période miocène. Cette température correspond assez naturellement aux affinités que nous avons pu établir pour quelques-unes des plantes fossiles de la Haute-Loire. Il serait sans doute très-hasardé de vouloir retracer avec détails, d'après d'aussi rares vestiges, la physionomie de la végétation contemporaine des mammifères de Ronzon. Nous pouvons supposer cependant que les végétaux à feuilles étroites et coriaces dominaient, au moins dans le voisinage immédiat des eaux, ainsi que cela a été constaté pour les lacs anciens de Gargas (Vaucluse) et de Saint-Zaccharie (Var). Les espèces de la Haute-Loire sont représentées dans les flores de ces deux localités par des formes très-analogues. Les conifères, assez rares dans les couches du midi de la France, sont encore inconnues dans les calcaires marneux des environs du Puy, qui contiennent du reste quelques espèces se rattachant aux genres européens actuels. Le *Celtis latior*, tout en rappelant une plante asiatique,

possède des affinités certaines avec notre *Celtis australis*, et le *Pistacia* (*Lentiscus*) *oligocenica* ne peut guère être distingué du Lentisque du littoral méditerranéen. L'existence de cette dernière espèce fossile constitue sans aucun doute le fait le plus important que nous ayons constaté durant l'étude de cette florule.

» Le faciès de la plupart des plantes de Ronzon est du reste franchement africain ou asiatique. Toutefois, le genre *Podostachys* semble se rattacher aux Centrolépidées d'Australie, représentant ainsi, à l'époque tertiaire dans l'hémisphère nord, une petite famille reléguée de nos jours dans les régions australes. Ce n'est point là un fait isolé. Les Rhizocaulées, fréquentes dans les flores crétacées et tertiaires de la Provence, ont dû jouer, dans l'ancienne végétation européenne, le rôle des Eriocaulées et des Restiacées de la Nouvelle-Hollande, qu'elles rappellent par leurs caractères synthétiques.

» En remontant plus loin dans le passé, les Cycadées de l'Europe jurassique constituent de même des tribus spéciales bien distinctes des types actuels. Les Protéacées fossiles, lorsqu'elles seront mieux connues et dégagées des espèces qu'il est plus naturel de rapporter à l'ordre des Myricacées, formeront peut-être un groupe représentatif de même signification, dont il est difficile de préciser dès maintenant les véritables affinités. Nous retrouvons dans la nature actuelle le souvenir de ces phénomènes anciens. Qu'il nous suffise de rappeler que de nos jours les *Arthrotaxis* représentent au sud les *Cryptomeria* de l'autre hémisphère, que les Hêtres antarctiques constituent un groupe distinct des *Fagus* américains et européens, et cependant congénère. Ces exemples pourraient être multipliés et nous conduiraient naturellement à l'étude des flores insulaires comparées aux flores continentales. L'existence dans les stations alpines de plantes identiques à celles des contrées boréales nous apparaîtrait enfin comme l'effet d'un phénomène du même ordre. Sans doute il nous serait permis alors de rechercher, dans l'hypothèse de la communauté d'origine, la raison de ces affinités et de ces différences. »

GÉOLOGIE. — *Note sur la découverte de la* Posidonia minuta *dans le trias du Gard, et sur un nouveau gisement de schistes à Walchia, dans le terrain permien de l'Aveyron*. Note de **M. Bleicher**, présentée par M. de Verneuil.

« Le trias du revers sud et sud-est du plateau central dans les départements de l'Hérault, du Gard et de l'Aveyron, où nous l'avons plus spécia-

lement étudié, est, d'après les géologues qui s'en sont occupés, peu riche en fossiles. C'est aux environs de Lodève seulement, qu'on a découvert des traces de *Labyrinthodon* ou *Cheirotherium* (Geinitz) (1), des articles peu reconnaissables d'Encrines (2), et des traces de bivalves non déterminables (3).

» Dans le Gard, Émilien Dumas déclare (4) que les fossiles du trias sont très-rares, car il n'y a trouvé jusqu'ici, malgré des recherches très-minutieuses, que quelques débris de tiges végétales et quelques impressions de petits bivalves.

» Depuis cette époque (5), M. le professeur Hébert met en question l'existence du trias dans le Gard, et rapporte à l'arkose infraliasique le keuper d'Émilien Dumas.

» Dans l'Aveyron, les recherches de MM. de Rouville, Reynès, Parran, Boisse et Magnan (6) n'ont amené que la découverte de fossiles peu ou point déterminables.

» Dans le courant de cet automne, en étudiant la zone de terrains secondaires située entre Alais et Anduze d'une part, et les terrains anciens du plateau central de l'autre, nous avons pu constater que partout où affleure le trias, composé comme l'indique E. Dumas, il est caractérisé par la présence de coquilles fossiles dans les marnes jaspoïdes intercalées entre les bancs de grès. Ces fossiles sont : *Posidonia minuta* Bronn et *Anatina* de petite taille.

» La *Posidonia minuta*, surtout, est aussi reconnaissable que celles que nous avons maintes fois trouvé dans les grès bigarrés et les marnes irisées d'Alsace; elle se rencontre sur toute l'épaisseur de cet étage (60 à 80 mètres), mais paraît être plus commune vers la base, immédiatement au-dessus des arkoses qui confinent au granite. Les localités où elle se trouve en abondance sont : entre Mialet et Saint-Jean-du-Gard, le long de l'ancienne route d'Alais; à 1 $\frac{1}{2}$ kilomètre de Saint-Jean-du-Gard sur la route d'Anduze et à 3 kilomètres en aval du village de Calviac sur la route d'Anduze.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 69.

(2) *Réunion extraord. Soc. géol. à Montpellier*, p. 110-111.

(3) REYNÈS, *Essai de Géol. et Paléont. Aveyronnaise*, p. 24.

(4) E. DUMAS, *Notice sur la Carte géol. du Gard* (*Réun. ext. Alais*, p. 8).

(5) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVI, p. 907.

(6) *Carte et Notice sur la géologie des environs de Saint-Affrique*, 1858 (Rouville et Reynès). — *Note sur les formations secondaires des environs de Saint-Affrique*, 1856 (Parran). — *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, 1870 (Boisse). — *Étude des formations secondaires des bords sud-ouest du plateau central*, 1869 (Magnan).

» La position des schistes à Posidonies nous semble d'ailleurs très-nettement établie par la nature des terrains qui leur sont superposés; ce sont des calcaires dolomitiques scintillants en bancs assez minces, dans lesquels nous avons trouvé une *Anatina* qui semble infraliasique (10-15 mètres); puis des calcaires marneux et dolomitiques en bancs de 5 à 10 mètres d'épaisseur, avec *Ostrea lamellosa? Diadema seriale* Ag., *Lima, Pecten, Turbonilla Modiala scalprum?* Bivalves nombreux, sans traces d'Ammonites, ni de Bélemnites (15-20 mètres). Cette série de couches fossilifères limite évidemment le jurassique; nous sommes donc en droit de rattacher au trias tous les terrains sous-jacents, et l'on peut dire, qu'ici, comme en Angleterre, la *Posidonia minuta* peut servir à caractériser tout le trias (1).

» L'identité de cet étage avec le trias d'Allemagne et d'Angleterre, déjà reconnue par beaucoup de géologues, paraît donc évidente, et nous sommes convaincus que des recherches ultérieures amèneront la découverte de nouveaux fossiles aussi caractéristiques que celui qui fait le sujet de cette Note.

» Les géologues, dont nous avons donné les noms plus haut, se sont également occupés du terrain permien des bords sud et sud-est du plateau central, et leurs recherches ont amené la découverte de la flore remarquable de Lodève et des environs de Rodez (*Walchia, Equisetum*, Fougères). Dans l'Aveyron, où nous avons étudié ce terrain, M. le professeur Coquand, cité par le savant auteur de la Carte géologique du département, M. l'ingénieur Boisse (2), a distingué trois étages dans le permien : conglomérats et grès siliceux, schistes bitumineux, bancs de calcaires dolomitiques ou siliceux, sous une épaisseur de 60 mètres environ. Suivant M. Reynès (3), l'épaisseur de ce terrain irait souvent jusqu'à 600 mètres, et il n'y existerait ni conglomérats ni calcaires.

» Les seuls fossiles cités par M. Boisse sont des écailles de *Palæoniscus?* des Calamites, Fougères et Voltzia? (4).

» De plus, ces divers observateurs ont admis qu'il y avait le plus souvent discordance entre le trias et le permien (5).

» C'est avec ces renseignements que nous avons abordé l'étude du permien dans le massif montagneux qui sépare Saint-Rome-du-Tarn du Viala

(1) *Prodrome de Géologie*, t. III, p. 564 (Vézian).

(2) *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, p. 128.

(3) *Essai de Géologie et de Paléontologie Aveyronnaises*, p. 23.

(4) *Esquisse géol. Aveyron*, p. 130.

(5) Reynès, *Essai de...*, p. 20. — *Esquisse géol.*, p. 133.

(Aveyron). Ce terrain s'y développe avec une puissance d'au moins 250 mètres; à la base, nous avons trouvé les conglomérats et grès indiqués par M. le professeur Coquand ; ils sont traversés par des filons cuivreux déjà indiqués par M. l'ingénieur des mines Parran (1), et de plus par des filons d'une roche serpentineuse qui paraît avoir simplement rempli des fractures et qui ne dépasse pas la zone des conglomérats et des grès. Plus haut et sur le talus même du chemin qui mène à Saint-Rome-du-Tarn, près du pont qui traverse le torrent en face du hameau du Viala, les schistes noirs présentent des empreintes végétales très-nettes que nous rapportons à un *Equisetum* et au *Walchia piniformis*. Il y existe également des traces de *Fougères*. Les calcaires siliceux supérieurs, qui correspondent probablement à la zone fossilifère dans laquelle notre ami M. Magnan a découvert une faune marine (2) analogue à celle du Zechstein d'Allemagne ne sont pas représentés dans la coupe que nous décrivons.

» Au-dessus des schistes rouges monochromes, qui dominent les schistes à Walchia, se développent des marnes schisteuses jaspoïdes qui ont quelque analogie avec celles où nous avons trouvé la *Posidonia minuta* dans le Gard.

» De plus, ici, comme dans quelques localités citées dans le Mémoire de M. Reynès, comme à Lodève (3), comme sur les limites de l'Aveyron et du Lot (4), il n'y a pas de discordance sensible entre le permien et le trias. La difficulté de les séparer, à cause de leur extrême analogie au point de passage, est aussi grande qu'en Alsace.

» Il semble, dès lors, permis d'établir la série concordante suivante : permien, trias, infra-lias, lias, oolite inférieure, grande oolite [bathonien et callovien (5)] oolite moyenne (oxfordien et corallien), que l'on peut suivre de l'ouest à l'est, du Viala à Nant sur le revers oriental de Larzac, comme du sud au nord, de Lodève au pied septentrional du même plateau.

» Cette série concordante, qui se rencontre également dans le Gard, est

---

(1) *Note sur les formations secondaires de Saint-Affrique*, p. 8.

(2) *Étude des t. secondaires*, p. 70.

(3) *Réunion extraordinaire de la Société géologique à Montpellier*, 1868, p. 111, 112 et suiv.

(4) *Étude des terrains secondaires, etc.* (Magnan), fig. 4 et 5.

(5) La présence de l'étage bathonien de d'Orbigny est définitivement établie dans l'Aveyron et le Gard, d'après les déterminations qu'a faites récemment M. le professeur Sandberger (de Wurzbourg) de nos fossiles marins et lacustres du Larzac.

traversée dans les deux départements (Gard et Aveyron) par des fractures importantes dont l'orientation diffère très-peu de celle des failles pyrénéennes (nord-ouest), et de celle du système du mont Seny (Vézian) nord 35 degrés est.

» Ces fractures paraissent, d'après nos recherches, se trouver sur le prolongement des failles qui accidentent le département de l'Hérault, ce qui démontrerait que les dislocations, qui ont imprimé à ces régions leur caractère remarquablement tourmenté, ont été peu nombreuses, et que les plus essentielles à connaître sont assez récentes, comme l'avait déjà annoncé M. Magnan dans ses Études sur les Pyrénées et les Corbières (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur un crâne d'Équidé des tourbières de la Somme.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. de Quatrefages.

« Il m'a été permis d'étudier récemment, dans les galeries du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, un crâne d'Équidé donné par M. Boucher de Perthes, comme échantillon des ossements des tourbières de la Somme, que l'on fait remonter à l'âge de la pierre polie. Ce crâne, accompagné de deux autres, de *Bos* et de suidé, est ainsi que ces derniers d'une coloration brune, due à son séjour au milieu de la tourbe. Bien que le maxillaire y manque et que quelques parties des os de la face soient brisées, telles que les pointes des sus-naseaux, le bord supérieur du sus-nasal gauche et le bord correspondant du frontal; bien que l'os du rocher soit absent à droite, la pièce est d'ailleurs assez conservée pour qu'il m'ait été cependant possible d'en déterminer l'espèce de façon à ne laisser place pour aucun doute. Le résultat auquel je suis arrivé a assez d'intérêt, je crois, pour mériter d'être communiqué à l'Académie. Il fournira, sur l'histoire des migrations des populations humaines de l'Orient vers l'Occident, un document comme il y en a peu de plus précis et de plus démonstratifs.

» Le crâne dont il s'agit porte une étiquette écrite de la main même de Boucher de Perthes et que je copie textuellement : « *Cheval.* — 2480. — » *Sépultures celtiques. — Os des tourbières de la Somme placés avec les silex* » *taillés et les poteries à 5 ou 6 mètres au-dessous du niveau de la rivière.* — » *Abbeville*, 1833. — *Niveau pris dans la plus grande hauteur.* — 4 *à* 5 *mè-* » *tres niveau moyen.* » — L'étiquette est fautive en ce sens que ce crâne n'est point celui d'un cheval, mais bien celui d'un âne, ainsi qu'on va le

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XXV, p. 109.

démontrer par l'examen de ses caractères crâniométriques et crâniologiques. Je place en regard de ses dimensions caractéristiques celles du moins volumineux de tous les crânes de cheval de ma collection, pour la comparaison :

| | Crâne des tourbières de la Somme. | Crâne de cheval oriental. |
|---|---|---|
| | m | m |
| Diamètre cérébral longitudinal | 0,110 | 0,100 |
| Diamètre cérébral transversal | 0,092 | 0,110 |
| Distance entre les extrémités des crêtes frontales | 0,080 | 0,110 |
| Distance entre les orbites | 0,142 | 0,155 |
| Largeur de l'apophyse orbitaire du frontal | 0,033 | 0,025 |
| Largeur de l'arcade zygomatique | 0,022 | 0,026 |
| Largeur du pont temporal | 0,038 | 0,048 |
| Diamètre longitudinal de l'occipital | 0,023 | 0,048 |
| Longueur de la protubérance occipitale (approximativement pour le crâne des tourbières) | 0,050 | 0,060 |
| Distance du trou occipital à la protubérance | 0,057 | 0,059 |
| Distance du trou occipital à l'angle vidien (base du crâne) | 0,093 | 0,134 |
| Largeur du sphénoïde, corps et ailes | 0,065 | 0,075 |
| Largeur extérieure aux ponts temporaux | 0,180 | 0,198 |
| Diamètre vertical de l'orbite | 0,044 | 0,062 |
| Diamètre horizontal de l'orbite | 0,050 | 0,054 |
| Distance de l'orbite à l'angle inférieur externe du zygomatique | 0,046 | 0,049 |
| Distance de l'orbite à l'angle naso-maxillaire du lacrymal | 0,033 | 0,035 |
| Largeur du lacrymal, de l'angle naso-maxillaire à l'angle zygomatique | 0,022 | 0,031 |
| Distance de l'angle interne du zygomatique à sa crête | 0,038 | 0,045 |
| Largeur du sus-nasal au niveau de l'angle du lacrymal | 0,053 | 0,055 |
| Épaisseur de la face au niveau des crêtes zygomatiques | 0,167 | 0,179 |
| Épaisseur de la face au niveau des trous sus-maxillaires | 0,065 | 0,062 |
| Distance de la suture nasale du grand sus-maxillaire à son épine zygomatique | 0,081 | 0,085 |
| Longueur du sus-nasal | ? | 0,275 |
| Longueur totale de la face | 0,330 | 0,410 |
| Longueur de l'espace interdentaire | 0,073 | 0,099 |
| Distance du bord guttural du palatin à l'arcade incisive | 0,200 | 0,277 |
| Longueur de la rangée molaire | 0,151 | 0,170 |
| Distance extérieure entre les dernières molaires de chaque rangée | 0,100 | 0,106 |
| Distance extérieure entre les premières molaires | 0,072 | 0,076 |
| Longueur de la corde de l'arc incisif | 0,046 | 0,062 |
| Indice céphalique | 119,56 | 90. |

» On voit que toutes ces dimensions sont différentes. Il en est nécessairement de même pour les formes qu'elles impliquent. Ces formes, dans le crâne des tourbières, ne sont celles d'aucune des espèces chevalines du genre *Equus*, telles qu'elles nous sont connues dans l'ancien continent. En examinant de plus près ces formes, on constate que le frontal est courbé longitudinalement entre ses crêtes ou dans sa partie cérébrale, suivant une ligne dont la courbure se continue régulièrement par celle de la voûte pariétale, donnant au trou occipital une situation très-oblique par rapport au plan de la face; que ce même frontal est concave au niveau de la suture fronto-nasale ou racine du nez, où commence un sillon profond qui se prolonge entre les deux sus-naseaux fortement cintrés jusqu'à leur pointe; que ses apophyses orbitaires, relevées presque horizontalement et hérissées de rugosités, s'unissent aux arcades zygomatiques correspondantes en formant avec elles des angles aigus. Ces dispositions, et en particulier celle de l'acade surcilière, sont absolument propres aux espèces asines du genre *Equus;* elles ne se rencontrent chez aucune autre; toute seule, la dernière permettrait d'établir leur caractéristique. Enfin joignons-y le grand développement du conduit auditif externe, relativement au volume absolu du temporal dont il fait partie.

» Les divers caractères ainsi décrits ne laissent de place à aucune hésitation. Le crâne qu'ils définissent est celui d'un âne et non point celui d'un cheval, comme l'avait cru Boucher de Perthes, qui l'a découvert dans les tourbières de la Somme et donné au Muséum. Sans entreprendre ici une comparaison détaillée, il suffit maintenant de prendre en considération son indice céphalique pour conclure que son espèce est celle de l'âne d'Afrique (*E. A. africanus*). En effet, l'indice céphalique de son congénère d'Europe (*E. A. europœus*) est 86.36. Celui-ci est brachycéphale, tandis que l'autre est dolichocéphale (indice : 119.56), ainsi que je l'ai établi dans une Note précédente.

» Comme il y a apparence que cet âne d'Afrique n'est point venu tout seul de sa contrée natale, c'est-à-dire du bassin du Nil, jusqu'au nord-ouest de l'Europe, dans le bassin de la Somme, il paraît évident qu'il a dû y être amené à une époque antérieure à la formation des tourbières au fond desquelles il a été trouvé. Et il y a d'autant moins lieu d'insister sur la vérité d'une telle conclusion que personne, parmi les zoologistes, ne met en doute l'origine orientale de l'espèce animale dont il s'agit. L'identité de la pièce ostéologique décrite étant reconnue, cette conclusion s'impose avec une

netteté impossible à contester. Une plus ample démonstration était nécessaire seulement pour ceux qui admettent avec moi deux espèces asines dans le genre *Equus*. »

PHYSIQUE. — *Explication de l'apparition d'anneaux n'offrant point la décomposition chromatique, pendant les ascensions aérostatiques; par* **M. W. de Fonvielle.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Surtout lorsqu'ils viennent d'être fraîchement vernis, les aérostats jouissent de la propriété de réfléchir les rayons du Soleil, de la même manière que le ferait un miroir sphérique de même dimension. Quoique l'intensité de la réflexion soit moindre, elle est suffisante pour que ses effets deviennent visibles dans plusieurs circonstances. Si le Soleil est au-dessus du plan horizontal dans lequel flottent les voyageurs aériens, et s'ils ont au-dessus de leur tête des vapeurs légères discontinues, qui n'interceptent point la lumière solaire, ils peuvent voir le ballon au centre d'un anneau blanchâtre, qui l'accompagne pendant des heures entières, et qui devient de plus en plus elliptique à mesure que le Soleil s'approche de l'horizon. Si le Soleil est au-dessous du plan horizontal dans lequel vogue l'aérostat, la réflexion peut avoir lieu sur l'hémisphère inférieur, et l'anneau vient se peindre sur la face supérieure de nuages flottant au nadir, cachant la vue de la Terre.

» L'auteur entre dans le détail d'observations qu'il a faites. Il propose d'employer, pour la recherche des phénomènes analogues, les procédés recommandés pour l'observation des halos solaires. Il insiste sur l'importance de ces jeux de lumière, qui confirment les théories de Bravais et autres physiciens sur la production des halos et autres phénomènes analogues, par la réflexion à la surface d'aiguilles de glace suspendues dans l'atmosphère. »

**M. de Bizeau** écrit d'Entre-Monts, près Binche (Belgique), qu'il a constaté, le 8 décembre dernier, dans cette localité, à 7 heures et demie du matin, une température de 21°,5 C. au-dessous de zéro. A 9 heures, par un beau soleil, la température, à l'ombre, était de — 20°; à midi, de — 16°.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. **Pigeon** adresse une nouvelle Lettre concernant la peste bovine

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Bouley.

M. **Moat** adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'Auteur que, en vertu d'une décision déjà ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 janvier 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Annuaire pour l'an 1872, publié par le Bureau des Longitudes*. Paris, 1872; in-12.

*Annales de la Société Académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure.* 1er et 2e semestres 1870; 1871, 1er semestre. Nantes, 1870-1871; 3 br. in-8°.

*Matériaux pour servir à la paléontologie du terrain tertiaire du Piémont; par* le Comm. Eug. Sismonda. Seconde Partie : *Protozoaires et Célentérés*. Turin, 1871; in-4° (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin*, t. XXV).

*Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino;* serie seconda, tomi XXV-XXVI. Torino, MDCCCLXXI; 2 vol. in-4°.

*Studi sopra gli strumenti magnetici del P.* Carlo Braun. Roma, 1871; br. in-8° (*Estratto dal Bullettino Meteorologico dell' Osservatorio de Collegio Romano*.

*Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino;* vol. VI, disp. 1 à 7 (novembre 1870, Luglio 1871); in-8°.

*Gli organi luminosi et la luce delle pennatule. Memoria di* PAOLO PANCERI *Napoli;* 1871, in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

*Bollettino Meteorologico ed Astronomico del Regio Osservatorio dell' Universita di Torino.* Anno V, 1871; in-4° oblong.

*Reale Accademia delle Scienze di Torino Regio Osservatorio. Atlante di carte celesti, etc.* Torino, 1871; in-f° oblong.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 26 décembre 1871.)

Page 1464, ligne 18, *au lieu de : des couples, lisez : du couple.*

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Déc. 1871.

| Dates. | Hauteur du baromètre à midi. | Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Température moyenne de l'air à 13m,7. | à 33m,0. | Température moyenne du sol à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | Thermomètre noir dans le vide (T − t). | Tension de la vapeur (moyenne du jour). | État hygrométrique (moyenne du jour). | Électricité atmosphérique. | Ozone. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| 1 | 750,2 | 1,3 | 2,3 | 1,8 | 0,6 | 2,1 | 1,3 | 1,10 | 0,20 | 2,56 | 3,08 | 4,15 | 0,4 | 4,18 | 83 | » | 1,0 |
| 2 | 763,3 | -2,6 | -0,1 | -1,4 | -3,5 | 1,6 | -1,0 | -2,92 | -3,05 | 0,88 | 1,84 | 3,79 | 8,3 | 3,38 | 88 | » | 0,0 |
| 3 | 757,2 | -5,0 | 2,1 | -1,5 | -6,3 | 2,2 | -2,2 | -0,12 | -0,35 | 0,52 | 1,28 | 3,19 | 3,2 | 3,69 | 79 | « | 0,0 |
| 4 | 757,5 | -1,1 | 2,0 | 0,5 | -,5 | 3,9 | 1,2 | -1,28 | -1,27 | 1,11 | 1,67 | 3,14 | 5,4 | 3,94 | 88 | » | 0,0 |
| 5 | 762,7 | -3,8 | -0,6 | -2,2 | -3,9 | 2,1 | -0,9 | -2,68 | -2,65 | 0,56 | 1,28 | 2,96 | 3,0 | 3,36 | 88 | » | 0,0 |
| 6 | 757,6 | -3,8 | 2,4 | -0,7 | -4,4 | 3,7 | -0,3 | 0,10 | 0,00 | 0,51 | 1,14 | 2,82 | 2,5 | 4,08 | 85 | » | 0,0 |
| 7 | 760,1 | -4,4 | -2,1 | -3,3 | -5,0 | -2,2 | -3,6 | -4,55 | -4,70 | 0,40 | 1,04 | 2,65 | 0,5 | 2,74 | 84 | » | 0,5 |
| 8 | 768,1 | -12,8 | -8,1 | -10,5 | -13,0 | -4,9 | -9,0 | -12,80 | -12,65 | 0,16 | 0,84 | 2,55 | 2,9 | » | » | » | 1,5 |
| 9 | 767,5 | -21,5 | 10,0 | -15,8 | -21,3 | -10,7 | -16,0 | -15,05 | -15,18 | -0,23 | 0,64 | 2,37 | 4,0 | » | » | » | 0,0 |
| 10 | 764,8 | -7,6 | -1,1 | -4,4 | -11,2 | -1,3 | -6,2 | -2,85 | -2,62 | 0,15 | 0,60 | 2,17 | 1,3 | 3,66 | 95 | » | 0,0 |
| 11 | 768,2 | -3,5 | 1,2 | -1,7 | -3,7 | 0,6 | -1,6 | -1,18 | -2,10 | 0,32 | 0,72 | 2,15 | 0,5 | 4,04 | 95 | » | 0,0 |
| 12 | 770,7 | -2,3 | 0,3 | -1,0 | -3,5 | -0,8 | -2,2 | -2,42 | » | 0,35 | 0,84 | 2,15 | 1,0 | 3,97 | 97 | » | 0,0 |
| 13 | 770,1 | -2,7 | 3,0 | 0,2 | -3,1 | 2,6 | -0,2 | -0,32 | » | 0,39 | 0,99 | 2,23 | 1,2 | 4,57 | 96 | » | 5,5 |
| 14 | 767,8 | -2,2 | 4,8 | 1,3 | -2,5 | 5,0 | 1,2 | 2,05 | » | 0,90 | 1,22 | 2,26 | 1,3 | 5,33 | 93 | » | 0,0 |
| 15 | 765,3 | 2,1 | 5,0 | 3,6 | 1,5 | 4,9 | 3,2 | 2,75 | » | 1,69 | 1,67 | 2,36 | 0,5 | 5,55 | 95 | » | 0,0 |
| 16 | 766,2 | 1,9 | 4,2 | 3,1 | 0,8 | 4,4 | 2,6 | 2,20 | » | 2,12 | 2,16 | 2,67 | 0,1 | 5,54 | 96 | » | 0,0 |
| 17 | 766,7 | -0,5 | 1,3 | 0,4 | -0,9 | 1,2 | 0,1 | -1,22 | » | 1,74 | 2,07 | 2,80 | 1,1 | 4,31 | 94 | » | 0,5 |
| 18 | 764,8 | -1,6 | (1) | -1,2 (2) | -2,1 | (1) | -1,2 (2) | -1,17 | » | 1,49 | 1,83 | 2,76 | 0,5 | 4,26 | 92 | » | 4,5 |
| 19 | 760,8 | -0,9 | (1) | 1,9 (2) | -0,6 | (1) | 2,1 (2) | -1,17 | -2,00 | 2,01 | 2,15 | 2,84 | 0,7 | 4,70 | 87 | » | 10,5 |
| 20 | 759,2 | 3,4 | 7,8 | 5,6 | 3,2 | 8,0 | 5,6 | 5,90 | 5,08 | 4,22 | 3,90 | 3,56 | 1,8 | 5,63 | 78 | » | 16,0 |
| 21 | 759,0 | 2,9 | 6,5 | 4,7 | 2,5 | 8,7 | 5,6 | 3,35 | 2,87 | 3,50 | 3,87 | 4,17 | 4,4 | 5,36 | 85 | » | 7,0 |
| 22 | 749,9 | 2,1 | 5,0 | 3,5 | 1,7 | 5,0 | 3,3 | 3,65 | 3,52 | 3,46 | 3,65 | 4,16 | 1,2 | 4,34 | 70 | » | 1,5 |
| 23 | 758,6 | -0,3 | 2,7 | 1,2 | -0,5 | 3,5 | 1,5 | 0,08 | -0,17 | 2,42 | 2,98 | 4,00 | 2,1 | 4,18 | 87 | » | 0,0 |
| 24 | 763,1 | -1,8 | -0,9 | -1,4 | -2,6 | -1,9 | -2,3 | -2,80 | -3,85 | 1,72 | 2,29 | 3,53 | 0,7 | 3,72 | 96 | » | 0,0 |
| 25 | 760,5 | -2,7 | 1,4 | -0,6 | -3,3 | 1,2 | -1,1 | -0,60 | -0,98 | 1,59 | 2,03 | 3,17 | 0,6 | 4,48 | 98 | » | 8,0 |
| 26 | 755,5 | -0,8 | 3,6 | 1,4 | -1,2 | 3,8 | 1,3 | 0,85 | » | 2,21 | 2,49 | 3,23 | 0,9 | 4,90 | 96 | » | 3,0 |
| 27 | 752,4 | -0,2 | 5,0 | 2,4 | -0,8 | 5,0 | 2,1 | 3,05 | » | 2,96 | 2,95 | 3,41 | 1,7 | 5,61 | 92 | » | 0,0 |
| 28 | 748,5 | 3,3 | 7,6 | 5,4 | 0,5 | 9,0 | 4,7 | 4,00 | 1,52 | 3,96 | 4,06 | 4,11 | 2,4 | 5,31 | 81 | » | 0,0 |
| 29 | 746,6 | 0,9 | 6,2 | 3,5 | 0,3 | 6,6 | 3,4 | 2,48 | 2,05 | 2,97 | 3,57 | 4,12 | 0,5 | 4,87 | 84 | » | 0,0 |
| 30 | 759,1 | -1,7 | 2,7 | 0,5 | -2,3 | 2,4 | 0,0 | 1,20 | » | 2,81 | 2,98 | 3,89 | 1,7 | 5,02 | 95 | » | 0,0 |
| 31 | 760,5 | 0,3 | 7,1 | 3,7 | -0,2 | 8,6 | 4,2 | 2,75 | 1,52 | 3,08 | 3,55 | 4,13 | 5,2 | 5,49 | 87 | | 9,0 |
| Moy. | 760,7 | -2,1 | 2,1 | 0,0 | -2,8 | 2,6 | -0,1 | -0,49 | » | 1,69 | 2,11 | 3,14 | 2,0 | 4,49 | 89,0 | » | 2,2 |

(1) Température ascendante pendant tout le jour.
(2) Moyenne des observations de minuit, 9 h. M., 9 h. S.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Déc. 1871.

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Pluie. Terrasse (1). | Cour. | Évaporation. | Vents. Direction et force. | Nuages. | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ′ | ° ′ | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.37,9 | 65.42,7 | 4,5428 | 2,5 | 3,2 | » | N assez fort. | N | 0,7 | Neige et pluie, brumes. |
| 2 | 38,9 | 44,0 | 4,5604 | » | » | » | NNE faible. | » | 0,0 | Gelée blanche, brumes. |
| 3 | 37,4 | 44,0 | 4,5899 | » | » | » | Variab. faible. | » | 0,9 | Brumes. |
| 4 | 37,5 | 44,2 | 4,5063 | » | » | » | NO faible. | N | 0,6 | Neige. |
| 5 | 37,8 | 44,9 | 4,5810 | 0,0 | 0,0 | » | ONO faible. | N | 0,4 | Brumes. |
| 6 | 37,1 | 43,7 | 4,5674 | 0,0 | 0,0 | » | ONO faible. | NO | 0,8 | Brumes, pluie fine. |
| 7 | 36,6 | 44,2 | 4,5662 | 0,7 | 0,7 | » | variable fort. | NNO | 0,9 | Neige. — Le matin du 8 on constate 16c de neige. |
| 8 | 37,0 | 46,5 | 4,5655 | ? | ? | » | N faible. | » | 0,3 | |
| 9 | 36,6 | 45,9 | 4,5646 | » | » | » | NE faible. | NNE | 0,5 | Brume épaisse. |
| 10 | 37,3 | 45,8 | 4,5592 | ? | ? | » | NE faible. | N | 1,0 | Neige. |
| 11 | 40,5 | 45,8 | 4,5638 | » | » | » | ONO très-faib. | » | 1,0 | Brouillard épais. |
| 12 | 37,3 | 45,4 | 4,5480 | » | » | » | S faible. | » | 1,0 | id. |
| 13 | 37,9 | 45,2 | 4,5633 | » | » | » | SSE faible. | » | 1,0 | Brouillard. |
| 14 | 37,3 | 45,2 | 4,5373 | » | » | » | O faible. | O | 1,0 | Brouillard, pluie très-fine. |
| 15 | 41,4 | 44,4 | 4,5288 | ? | ? | » | O faible. | » | 1,0 | Pluie. |
| 16 | 38,1 | 44,3 | 4,5554 | 7,4 (2) | 9,1 (2) | » | OSO faible. | » | 1,0 | Brouillard très-intense. |
| 17 | 41,8 | 46,3 | 4,5386 | » | » | » | OSO faible. | ESE | 0,8 | Id. |
| 18 | 38,3 | 45,8 | 4,5049 | » | » | » | SSO faible. | » | 1,0 | Brumes. |
| 19 | 38,0 | 46,0 | 4,5285 | ? | ? | » | SO fort. | » | 1,0 | Pluie. |
| 20 | 40,7 | 44,8 | 4,5361 | 3,1 (2) | 4,2 (3) | » | SSO violent. | SO | 0,6 | Pluie à 5 heures du soir. |
| 21 | 37,4 | 45,3 | 4,5458 | 2,5 | 3,5 | » | OSO modéré. | ONO | 0,4 | Nuages. |
| 22 | 35,6 | 45,4 | 4,5388 | » | » | » | NE as. faible. | ENE | 1,0 | Id. |
| 23 | 34,8 | 45,6 | 4,5225 | » | » | » | N faible. | N | 0,6 | Id. |
| 24 | 35,0 | 44,4 | 4,5422 | » | » | » | S faible. | » | 1,0 | Brouillard. |
| 25 | 37,3 | 44,6 | 4,5335 | 0,0 | 0,0 | » | SSO faible. | » | 1,0 | Pluie fine dans la nuit. |
| 26 | 36,0 | 43,8 | 4,5376 | 0,0 | 0,0 | » | SSO faible. | » | 0,7 | Bruine. |
| 27 | 37,7 | 43,8 | 4,5226 | » | » | » | SO modéré. | SO | 0,7 | Brumes. |
| 28 | 36,5 | 43,4 | 4,5368 | 0,0 | 0,0 | » | S modéré. | SSO | 0,7 | Gelée blanche. |
| 29 | 38,9 | 45,2 | 4,5357 | » | » | » | var. faible. | » | 0,6 | Fortes oscillations à la boussole. |
| 30 | 40,5 | 43,5 | 4,5769 | » | » | » | SO modéré. | » | 1,0 | Brouillard, pluvx. dans la nuit. |
| 31 | 39,7 | 43,3 | 4,5177 | 4,8 | 4,3 | » | ONO faible. | ONO | 0,3 | Nuageux, beau le soir. |
| Moy. | 17.37,9 | 65.44,7 | 4,5457 | 21,0 | 25,0 | » | | | 0,76 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.
(2) Neige fondue des jours précédents. — (3) Reste de neige et de glace provenant des jours précédents.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Décembre 1871.

*Résumé des observations régulières.*

Les moyennes comprises dans la dernière colonnne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

| | 8h M. | 9h M. | Midi. | 3h S. | 6h S. | 9h S. | Minuit. | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 760,37 | 760,50 | 760,72 | 760,48 | 760,51 | 760,84 | 760,95 | 760,75 |
| Pression de l'air sec | 756,11 | 756,14 | 755,93 | 755,72 | 756,07 | 756,45 | 756,53 | 756,26 |
| Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne | | | | | | | | 0°,0 |
| » » du jardin | | | | | | | | −0,1 |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | −1°,20 | −0°,92 | 0°,63 | 1°,15 | 0°,31 | 0°,00 | −0°,45 | −0,19 |
| » (jardin), $t$ | −1,34 | −0,86 | 0,85 | 1,13 | 0,13 | −0,15 | −0,58 | −0,19 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | −1,37 | −0,77 | 1,00 | 0,95 | 0,12 | −0,24 | −0,60 | −0,15 |
| Thermomètre électrique (13m,7) | −1,68 | −1,13 | 0,52 | 0,85 | −0,02 | −0,50 | −0,87 | −0,49 |
| » (33m,0) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Thermomètre noir dans le vide, T | −0,87 | 1,34 | 5,80 | 2,53 | −0,28 | −0,55 | −0,91 | 1,42 |
| Excès (T − $t$) | 0,47 | 2,20 | 4,95 | 1,40 | −0,41 | −0,40 | −0,33 | 1,61 |
| Température moyenne T′ déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S. | | | | | | | | 2,35 |
| Température moyenne (T′ − $t'$) | » | | » | | » | ....... | | 2,04 |
| Thermomètre de Leslie | 0,56 | 1,80 | 3,07 | 0,96 | 0,00 | " | " | (1,46) |
| Température du sol à 0m,02 | 1,55 | 1,55 | 1,89 | 1,99 | 1,82 | 1,73 | 1,61 | 1,69 |
| » 0m,10 | 2,03 | 2,01 | 2,09 | 2,23 | 2,26 | 2,19 | 2,14 | 2,11 |
| » 0m,30 | 3,13 | 3,14 | 3,13 | 3,12 | 3,13 | 3,15 | 3,16 | 3,14 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 4,26 | 4,36 | 4,79 | 4,76 | 4,44 | 4,39 | 4,42 | 4,49 |
| État hygrométrique en centièmes | 90,4 | 90,6 | 87,7 | 88,0 | 87,4 | 87,8 | 90,4 | 89,1 |
| Inclinaison magnétique 65°+ | 44′,37 | 44′,73 | 44′,49 | 44′,70 | 44′,74 | 44′,57 | 44′,58 | 44′,59 |
| Déclinaison magnétique 17°+ | 38,03 | 37,93 | 41,77 | 41,79 | 39,53 | 36,65 | 36,48 | 38,21 |

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

*Note de* **M. Chevreul**, *sur l'objet de ceux de ses Mémoires qui doivent former le XXXIX*ᵉ *volume des Mémoires de l'Académie des Sciences.*

« A la suite du Rapport de M. le Président sur l'état des impressions de l'Académie, je dois à mes Confrères de leur dire où en est l'impression du XXXIXᵉ volume de ses *Mémoires*, qu'elle a bien voulu mettre à ma disposition par une décision du 19 de septembre 1870 (1).

» A cette époque, dans l'incertitude des événements concernant le siége de Paris, et prévoyant dès lors, avec raison, que mon laboratoire des Gobelins était un des lieux les plus exposés aux obus prussiens, je demandai à l'Académie l'autorisation de commencer aussitôt l'impression de mes recherches sur la *laine* et le *suint*, commencées depuis plus d'un demi-siècle; car leur point de départ est une analyse des cheveux, par Vauquelin, à laquelle je coopérai en 1805 avec M. Cabal, qui, devenu général dans la guerre de l'indépendance de l'Amérique espagnole, fut fusillé en 1813 par le général Morillo.

» Les recherches dont le suint est l'objet sont le complément de mes

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 434.

travaux antérieurs sur les dissolvants et sur l'analyse immédiate des produits de l'organisation; elles montrent comment, avec l'eau, l'alcool et l'éther quelquefois, je suis parvenu à en séparer de trente-six à quarante corps, dont plus d'un tiers sont nouveaux.

» Les principes immédiats de nature grasse que le lavage et le désuintage enlèvent à la laine avant la teinture et la filature diffèrent tout à fait des principes immédiats des matières grasses, appelés vulgairement *suifs*, *graisses* et *huiles*, que présentent les tissus intérieurs des animaux.

» Un grand nombre d'acides, à l'état de sels à base de potasse, caractérisent le suint; les uns sont volatils et presque tous odorants, comme les acides du beurre, et les autres, fixes ou peu volatils, sont de nature grasse ou solubles dans l'eau. Des composés azoto-sulfurés doivent fixer l'attention, à plusieurs égards: la propriété acide leur est-elle essentielle, ou la doivent-ils à un acide qui leur serait uni? C'est ce que je ne puis encore assurer. Enfin, il y a dans le suint du sulfate de potasse, du carbonate neutre de potasse, des phosphates de chaux, du phosphate ammoniaco-magnésien, et, chose remarquable, de l'oxalate de chaux et du silicate de potasse; enfin, beaucoup de chlorure de potassium.

» Celles de mes recherches sur le *suint* et la *laine* qui ne sont point encore imprimées concernent l'analyse immédiate de l'extrait fixe du suint soluble dans l'eau, l'analyse de sa matière grasse et l'histoire des principes immédiats dont cette matière est formée.

» Enfin l'histoire des propriétés physiques et chimiques de la laine, envisagée dans ses rapports avec l'industrie, et particulièrement la teinture, est complétement écrite.

» Mes recherches sur la laine et le suint composeront la première partie du XXXIX^e volume des *Mémoires de l'Académie*; 100 pages sont imprimées.

» La deuxième partie du XXXIX^e volume s'ouvre par un Mémoire intitulé : *D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle qui concernent le concret, expliquée par les derniers écrits de M. Chevreul.* Ce Mémoire, imprimé et tiré à part, composé de 103 pages, a été distribué aux Membres de l'Académie avant la décision qu'elle a prise récemment de faire imprimer les Mémoires de ses Membres immédiatement après la lecture qui en aura été faite (1) :

---

(1) Ce Mémoire, tiré à part par l'auteur, a reçu le titre de « Complément des distractions d'un Membre de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, directeur du Muséum d'histoire naturelle, lorsque le roi de Prusse Guillaume I^er assiégeait Paris de 1870 à 1871 ».

par ce moyen, ils parviendront au public avant le volume dont ils feront partie.

» Il me reste à indiquer la matière des trois Mémoires qui termineront cette deuxième partie, et conséquemment le XXXIX$^e$ volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*

» Le *premier Mémoire* a pour objet de *déterminer la nature de l'acidité de l'eau dans laquelle on a abandonné au contact de l'air des tendons d'éléphant, etc., et même les débris humains des laboratoires d'anatomie.*

» Le *second Mémoire,* presque achevé, a pour objet l'hygiène publique, et surtout celle des cités populeuses, de plus l'emploi de l'engrais humain en agriculture. Il comprend deux divisions.

PREMIÈRE DIVISION.

» C'est la partie théorique du Mémoire résultant de toutes mes recherches susceptibles d'éclairer l'hygiène, ainsi que l'emploi des engrais en agriculture.

» Tout est présenté conformément à la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale.* Les faits, résultats de l'observation contrôlée par l'expérience, sont rattachés à deux principes : celui de l'*affinité capillaire* et le principe de l'*altération lente des matières organiques sous l'influence des agents pondérables de l'atmosphère et de la lumière.*

» Avec l'intention formelle de prévenir tout malentendu, je m'explique, en premier lieu, sur le sens que j'attache au mot *attraction moléculaire* agissant au contact apparent : *cohésion* si elle réunit des molécules homogènes, et *affinité* si elle en réunit d'*espèces différentes.*

» L'affinité, dont j'ignore absolument l'essence, produit des composés chimiques dont le caractère est de présenter une masse homogène, soit que les éléments de ces composés s'y trouvent en proportions définies, soit qu'ils s'y trouvent en proportions indéfinies, comme le sont des solutions de solides dans des liquides, et même des solutions de deux liquides. Ces solutions, après avoir été agitées, sont homogènes dans toute leur masse comme les composés définis.

» Si des chimistes hésitent à attribuer les solutions à l'*affinité,* cause de la formation des combinaisons définies, *à fortiori* bien des chimistes sans doute hésiteront à admettre avec moi l'intervention de la même force dans une multitude d'*actions moléculaires* qui sont en quelque sorte en dehors de la chimie selon beaucoup de personnes, parce que les produits ne présentent pas, pour la plupart du moins, le caractère de l'*homogénéité* dans

leur masse, comme le font les composés définis et les solutions après qu'elles ont été agitées.

» Je me borne à distinguer les *produits* dont je vais parler d'avec les *composés homogènes*, en les rattachant à l'*affinité* que je qualifie de *capillaire*, parce qu'elle est exercée principalement par les molécules superficielles d'un solide qui, après l'action, conserve sa première apparence.

» L'expression d'*affinité capillaire* n'a pour moi aucun sens scientifique quant à son essence; en m'en servant, je ne prétends pas dire ni qu'elle est l'affinité, ni affirmer qu'elle en diffère : le seul avantage de son emploi est de distinguer des produits dont la masse ne présente pas l'homogénéité des *composés définis* et des *solutions*.

» Voici, très en raccourci, les titres généraux des *produits* que je rattache à l'*affinité capillaire*, en commençant par ceux dont l'action semble avoir le plus d'énergie et finissant par ceux dont l'action semble en avoir le moins.

TITRE I.

» Un solide plongé dans une solution s'empare, sans perdre sa cohésion bien entendu, d'un corps qui s'y trouve à l'état liquide.

» Les étoffes teintes, les peaux tannées, etc., sont dans ce cas.

» Beaucoup de solides incolores s'unissent pareillement à des corps incolores dissous dans des liquides incolores aussi.

» Beaucoup de composés minéraux solides se comportent de même avec des corps colorés ou incolores dissous dans des liquides.

» Tous les produits dont j'ai tracé l'histoire dans mes Mémoires sur la teinture se rattachent à ce titre, et j'ai insisté sur des cas analogues à ceux que présentent les composés définis, lorsqu'un corps en chasse un autre de sa combinaison pour en prendre la place, *fait* qu'on rapporte à l'*affinité élective*.

TITRE II. — *Solides unis à des liquides qui conservent leur liquidité.*

» Tels sont les tissus solides de l'économie animale naturellement unis à une certaine quantité d'eau; ils doivent à ce liquide les propriétés physiques sans lesquelles la vie serait impossible dans l'être vivant dont ils font partie.

» C'est à cette eau que le tissu jaune élastique constituant le ligament cervical, le tissu jaune du tissu artériel, etc., doit l'élasticité qui le caractérise.

» C'est à cette eau que les tendons doivent leur flexibilité et leur aspect satiné; que la cornée opaque de l'œil doit son aspect blanc laiteux.

» Mes expériences, publiées en 1821, montrent qu'aucun liquide connu, susceptible d'être absorbé par les tissus secs, ne leur donne les propriétés qu'ils doivent à l'eau lorsqu'ils accomplissent leurs fonctions dans les animaux vivants.

» Mes expériences prouvent encore qu'en pressant graduellement les tissus frais entre des papiers joseph, en les privant d'eau, on les prive de leurs propriétés caractéristiques.

» Mes expériences prouvent aussi que l'eau chasse les liquides gras des tissus, tandis que l'alcool absolu, au contraire, leur enlève l'eau et les dessèche.

» C'est à ce titre que je rattache les produits formés d'un *solide réduit en poudre et d'un liquide qui forme avec le premier une pâte plus ou moins plastique.*

» J'ai présenté à l'Académie, il y a quelques années, des produits remarquables de cet ordre; j'ai démontré l'intérêt que les arts ont à les bien connaître et l'utilité de cette connaissance pour la distribution de l'eau et des engrais dans le sein de la terre.

» L'Académie se rappellera peut-être que la céruse réduite en pâte avec l'eau abandonne ce liquide quand elle est en présence de l'huile de lin, en raison de sa plus grande affinité pour l'huile.

» Cette affinité élective a contribué heureusement à assainir la préparation de la céruse, en permettant de mouiller la céruse pulvérulente pour en prévenir la dispersion dans l'air des ateliers, mouillure qui ne s'oppose pas à son union ultérieure avec l'huile qu'on lui présente.

» Le kaolin, la terre argileuse présentent des faits inverses : les pâtes qu'ils forment avec l'huile sont défaites par le contact de l'eau, qui expulse l'huile de lin pour en prendre la place.

TITRE III. — *Solides et corps gazeux.*

» Ces produits étant beaucoup mieux connus que ceux qui se rattachent aux deux premiers titres, je suis dispensé d'en parler davantage ; cependant il y aurait un oubli blâmable si, à cette occasion, j'omettais de rappeler l'excellent travail de Théodore de Saussure, relatif à l'absorption des gaz par les corps poreux, notamment par les charbons, l'écume de mer et les substances filamenteuses de la nature organique.

» Enfin, j'aurai terminé la première division du second Mémoire en mentionnant le deuxième principe qu'elle comprend avec le principe de l'*affinité capillaire* que je viens de résumer.

» Au *deuxième principe* se rattachent les faits d'altération que présentent en général les produits de l'organisation soumise à l'action de l'air atmo-

sphérique, en même temps qu'ils reçoivent l'action de la lumière ou de la chaleur obscure.

» Mes expériences, qui ont apporté tant de modifications aux opinions qu'on s'était faites de l'action de la lumière et de la chaleur, sont trop nombreuses, et les résultats trop variés, pour me permettre d'en résumer ici les généralités. Elles doivent leur précision à ce que le même corps a été soumis séparément à l'action de chacun des agents atmosphériques, à la lumière et à la chaleur, en même temps qu'à l'atmosphère.

» Ces expériences et leurs conclusions sont surtout utiles à connaître pour tous ceux qui s'occupent d'hygiène publique, relativement aux habitations des villes.

DEUXIÈME DIVISION.

» Cette division comprend l'*application* des deux *principes* exposés dans la première division comparée à une *théorie*, toute *à posteriori*, puisque ces principes ne sont que l'expression générale de faits précis, dont les inductions ont été contrôlées par l'expérience.

» Cette deuxième division est coupée en deux sections :

» La *première* est consacrée à l'hygiène des villes;

» La *deuxième*, à la production agricole envisagée principalement dans ses rapports avec l'emploi de l'engrais humain.

» Le *troisième Mémoire* a pour objet l'*examen de l'huile de la* TORTUE *marine* Luth. Il est terminé par des considérations relatives à la matière qui pénètre dans un corps vivant et qu'on envisage au point de vue de l'assimilation et des excrétions.

---

» Messieurs et chers Confrères, si un sentiment profond de gratitude m'a fait un devoir de vous exposer un compte rendu du XXXIX[e] volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, et si, après l'avoir exprimé aussi vivement que je l'éprouve, j'ai cru, comme une sorte de justification de ma part à l'égard de votre propre bienveillance, de vous communiquer très-prochainement des résultats précis, obtenus dans les dernières journées du mois de décembre de l'année néfaste de 1871, permettez-moi d'ajouter qu'à ce sentiment de convenance, peut-être s'y en mêle-t-il un autre quelque peuintéressé.

» Depuis l'essor si inespéré qu'à pris la Météorologie dans le monde entier, d'ailleurs bien justifié par les avantages qu'on en retire déjà, notamment la connaissance de la marche des orages, des tempêtes, des ouragans,

qui permet à l'homme la prévision de parer aux dangers qui jadis l'auraient frappé à l'improviste, je me suis demandé si dans le monde social, il n'y aurait pas quelque avantage à considérer l'horizon où nous vivons avec l'intention de voir si tout y est serein. Je puis me tromper, moi chétif, car on se trompe, même en Météorologie, mais il me semble apercevoir au loin quelques *points noirs*, qui me prescrivent la prévoyance. S'il n'y a pas d'erreur de ma part, si les *points noirs* grossissaient et devenaient menaçants, permettez-moi, Messieurs et chers Confrères, d'espérer que l'Académie voudrait bien alors donner sa protection à celui qui se dit aujourd'hui le *Doyen des étudiants de France*, et dont l'aspiration unique est de terminer le XXXIX^e^ volume de l'Académie des Sciences! »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur les effets chimiques résultant de l'action calorifique des décharges électriques; par* **M. Becquerel.** (Extrait.)

« On sait que l'électricité, en raison de l'extrême vitesse qu'elle imprime aux particules des corps qui servent à la transmettre, dans les décharges électriques, élève leur température jusqu'à l'incandescence; telle est la cause de l'étincelle électrique. Chacune de ces particules peut donc être considérée comme un foyer de chaleur dont la durée est excessivement courte, puisqu'elle est égale à celle de la décharge.

» Ces foyers de chaleur sont capables de produire tous les effets de fusion et de réduction que l'on peut obtenir avec les moyens dont dispose la chimie, ainsi que des combinaisons. Les expériences suivantes ne laissent aucun doute à cet égard.

» Davy a mis en évidence la grande puissance calorifique de l'arc voltaïque résultant de la décharge, dans le vide, entre deux cônes de charbon, de piles composées d'un très-grand nombre d'éléments à larges surfaces, puissance capable de fondre et même de volatiliser les substances considérées jusque-là comme réfractaires. On peut obtenir des effets semblables avec des appareils d'induction d'une force ordinaire, en y faisant concourir quelquefois l'action calorifique de deux autres sources de chaleur, et concentrant toute la décharge et par suite toute la chaleur qui l'accompagne à l'extrémité d'un fil de platine terminé en pointe.

» Voici le mode d'expérimentation que nous avons adopté: les deux électrodes de l'appareil se composent, l'électrode positive d'une petite lame de platine circulaire, légèrement concave, ayant une surface d'envion 1 centimètre et destinée à recevoir la matière soumise à l'expérience; l'électrode

négative, d'un fil de platine de 1 à 2 millimètres de diamètre et terminé en pointe, laquelle est mise en contact avec la matière. C'est à l'extrémité de cette pointe où se trouve la température maximum et où s'opèrent les effets de fusion et de réduction.

» Cette pointe remplace en quelque sorte le bec du chalumeau, car elle donne écoulement à l'électricité, cause de la production de chaleur, comme le dard du chalumeau à air ou à gaz fournit les gaz comburants.

» On augmente la puissance calorifique : 1° en chauffant au rouge avec la lampe d'émailleur la lame de platine formant capsule; 2° en ajoutant à la matière du charbon en poudre très-fine, qui, en brûlant, fournit également de la chaleur; telles sont les trois sources de chaleur que nous avons employées pour produire les effets de fusion et de réduction les plus énergiques.

» Dans les effets de fusion, les parties voisines de celles en contact avec la pointe, qui seules sont fondues, étant moins échauffées que ces dernières, s'attachent à elles, et il en résulte un petit agrégat de 1 à 2 millimètres de longueur d'un aspect nacré, qui ne tarde pas à se détacher de la pointe, et dans l'intérieur duquel on trouve quelquefois des cristaux ou des fragments de cristaux, quand on les broie et qu'on les examine au microscope avec le prisme de Nicol.

» L'appareil d'induction nécessaire pour obtenir les effets dont il vient d'être question, doit avoir assez de force pour donner des étincelles à 2 ou 3 centimètres de distance au moins. La lumière émise par les trois sources est très-brillante et fatigue souvent la vue. Lorsqu'il s'agit de réduction, la disposition des appareils varie suivant la nature des métaux, sur les oxydes desquels on opère, c'est-à-dire selon qu'ils sont volatils, oxydables ou fusibles. S'agit-il d'un métal volatil, comme le mercure, on prend un tube de petit diamètre que l'on courbe en U, au fond duquel on place le composé réduit en poussière, le cinabre (deuto-sulfure de mercure) par exemple, puis on introduit dans chacune des branches un fil de platine; les deux autres sont mis en communication avec l'appareil d'induction; aussitôt que le circuit est fermé, on ne tarde pas à apercevoir sur la paroi intérieure du tube, dans son contact avec le cinabre, une couche de mercure.

» La réduction des oxydes d'argent, de plomb, d'étain, de cuivre, s'obtient avec le tube en U, en les mélangeant avec la poussière de charbon; quant à la réduction des oxydes de nickel, de cobalt, de chrome, de fer, etc., il faut employer la capsule de platine et les trois sources de chaleur, en

mélangeant ces oxydes avec de la poussière de charbon de sucre: le fer est carburé; mais alors, pour empêcher que les métaux très-fusibles ne se combinent avec le platine, on met au fond de la capsule une petite couche de poussière de charbon de sucre, qui sépare alors les deux métaux.

» Avec certaines précautions, on peut employer la capsule pour la réduction des métaux très-fusibles. Les métaux réduits se présentent, en général, sous la forme de globules sphériques plus ou moins gros, suivant la force de la décharge. Chaque globule se détache immédiatement de la pointe sans s'allier au métal, même lorsqu'il est très-fusible; cela est facile à concevoir: la production de la chaleur étant excessivement rapide, puisque sa durée est égale à celle de la décharge, aussitôt que la fusion est opérée, le globule se détache de la pointe, sans avoir eu le temps de se combiner avec le platine. La particule fondue prend alors la forme sphérique, qui est celle qu'affecte la matière quand elle n'est soumise qu'à l'action des forces qui lui sont propres. Toutes les particules fondues, étant indépendantes les unes des autres, ne peuvent se réunir et même se combiner avec le platine quand elles appartiennent à un métal fusible, si ce n'est lorsqu'elles sont en contact directement avec la surface de la capsule chauffée au rouge à la lampe d'émailleur. C'est pour ce motif que l'on met au fond de la capsule de la poussière de charbon.

» On voit que le principe sur lequel repose le procédé de réduction qui vient d'être exposé consiste à porter toute la décharge de l'appareil d'induction sur la plus petite partie possible de la surface de la matière, afin d'y produire le maximum de chaleur dont on puisse disposer.

» On obtient ainsi la fusion de la silice, de l'alumine et d'autres terres en grains arrondis, d'apparence nacrée; en les broyant, lavant par lévigation et examinant les fragments vitreux au microscope avec les prismes de Nicol, on trouve quelquefois des cristaux ou des fragments de cristaux doués de la double réfraction. Il est à croire que les parties fondues qui se trouvent encloisonnées, ne se refroidissant pas immédiatement, peuvent cristalliser.

» M. Des Cloiseaux, qui a eu l'obligeance d'examiner au microscope les cristaux obtenus avec la silice, a distingué des cristaux en prismes droits, surmontés d'une pyramide pouvant se rapporter au quartz. Nous en avons observé également d'autres semblables, que nous avons rapportés au même corps.

» On a trouvé dans un grain de silice fondu, coloré en bleu par l'oxyde

de cobalt, un cristal ayant la forme d'un dodécaèdre à faces pentagonales; mais rien ne prouve encore d'une manière incontestable que les cristaux qu'on vient de signaler appartiennent au quartz : il pourrait se faire qu'ils appartinssent à la tridymite, que l'on obtient en fondant la silice, sous forme de tables hexagonales.

» On réussit également à fondre l'alumine sans l'intermédiaire du charbon lorsque l'appareil d'induction a une grande puissance; on obtient alors, comme avec la silice, des grains non transparents, renfermant quelfois dans leur intérieur des cristaux ou des fragments de cristaux doués de la double réfraction.

» En opérant avec un mélange d'alumine et de chromate de la même base, les parties transparentes sont quelquefois bleues, rouges, vertes ou jaunes, suivant probablement les proportions dans lesquelles se trouvent ces deux substances, quand des particules du mélange se trouvent sous la pointe du fil de platine au moment de la décharge. En prenant pour principe colorant le fer provenant de l'oxalate, on obtient les mêmes colorations, ce qui expliquerait probablement pourquoi les analyses de corindon donnent soit le fer, soit le chrome, pour causes de la coloration. Tous ces produits rayent fortement le verre.

» La foudre doit donner lieu également à des effets semblables à ceux dont il vient d'être question : lorsqu'elle atteint les sommets des hautes montagnes, elle y produit des couches vitreuses quand les substances qui les composent sont fusibles; elle transporte avec elle, quand elle frappe des bâtiments, des matières pondérables dans un grand état de ténuité. Ces matières sont composées de fer, de soufre, de charbon, etc., etc.

» Nobili a observé, sur des pierres détachées par l'effet de la foudre, une couche de sulfure de fer d'un demi-millimètre de diamètre, et même des cristaux de sulfure de fer, qui, d'après leur position, paraissaient avoir été formés dans le trajet de la foudre à travers le métal.

» Des voyageurs ont constaté l'existence de fer métallique sur diverses roches. Tous ces effets proviennent d'actions de transport ou d'actions semblables à celles dont il a été question. Le fer, déposé à l'état métallique sur des arbres ou des roches, a été enlevé par l'électricité à des barres ou des objets en fer. Si la foudre rencontre alors, dans son trajet, du soufre ou des matières sulfureuses, il se forme du sulfure de fer, comme nous le montrerons dans un prochain Mémoire, que l'électricité abandonne quand ce composé ne peut traverser, comme elle, les corps qu'elle rencontre.

» Doit-on considérer la production des phénomènes de fusion et de ré-

duction dont il vient d'être question, particulièrement les seconds, comme ayant une origine purement calorifique? Nous ne le pensons pas, car la chaleur dégagée dans les décharges électriques, quelque faible que soit la tension de l'électricité, est toujours accompagnée d'une décomposition chimique, avec transport d'éléments dans deux directions opposées. On est donc porté à admettre que, dans les phénomènes que nous venons d'exposer, il y a deux actions concomitantes : action calorifique et action électro-chimique. Dans un prochain Mémoire seront exposés les résultats que nous avons déjà obtenus en continuant les recherches dont nous venons de rendre compte à l'Académie, et qui démontreront la fécondité des principes employés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul; par* **M. Boussingault.** (Extrait.)

« *Le* 21 *juillet* 1869, au Liebfrauenberg, les feuilles d'un tilleul étaient enduites, sur leur surface supérieure, d'une matière visqueuse extrêmement sucrée. L'arbre se trouvait atteint de la miellée ou miélat, sorte de manne que l'on observe assez fréquemment, non-seulement sur le tilleul, mais encore sur l'aulne noir, l'érable, le rosier; je l'ai vue sur un prunier, et, cas fort rare, sur un jeune chêne.

» *Le* 22 *juillet* au matin, la miellée était assez abondante pour tomber en larges gouttes sur le sol; c'était une pluie de manne. A 3 trois heures, sur les feuilles exposées au soleil, la matière sucrée ne coulait plus, elle avait assez de consistance pour que l'on pût la toucher sans qu'elle adhérât aux doigts; elle formait une sorte de vernis transparent et flexible; à l'ombre, la miellée reprenait rapidement l'état visqueux.

» *Le* 23 *juillet*, à 7 heures du soir, on lava et l'on épongea soigneusement plusieurs feuilles de l'extrémité d'une branche attenant à l'arbre, de manière à enlever toute la matière sucrée.

» *Le* 24 *juillet*, à 6 heures du matin, les feuilles lavées la veille semblaient exemptes de miellée; cependant, à la loupe, on apercevait des points luisants dus à de très-petites gouttelettes. Le soir, à 7 heures, l'aspect des feuilles était resté ce qu'il était le matin. La journée avait été chaude; à l'ombre, température : 29 degrés.

» *Le* 25 *juillet*, de nombreuses taches de miellée étaient réparties sur les feuilles; il n'y en avait pas sur les nervures principales. A 3 heures, température : 30 degrés.

» *Le* 26 *juillet*, pendant la nuit, une forte ondée enleva une grande partie de la miellée formée la veille. Il devint dès lors impossible de suivre, ainsi qu'on se l'était proposé, les progrès de la secrétion sur les feuilles lavées le 22. Un essaim d'abeilles envahit le tilleul.

» *Le* 27 *juillet*. La totalité de la miellée avait disparu par suite d'une pluie survenue dans la soirée du 26. La température s'est maintenue entre 17 et 24 degrés.

» *Le* 28 *juillet*, au matin, les feuilles portaient de nombreuses taches de miellée survenues pendant la nuit.

» *Le* 29 *juillet*, la miellée avait augmenté; sur quelques feuilles, elle occupait le tiers de la surface. A 2 heures, température : 29 degrés.

» *Le* 30 *juillet*, la miellée était très-abondante; le tilleul en est resté couvert jusqu'à l'arrivée des pluies persistantes, qui eut lieu au commencement de septembre.

» A deux époques : le 22 juillet et le 1er août, on recueillit de la miellée en lavant des feuilles. Les dissolutions que l'on traita par le sous-acétate de plomb, pour en éliminer l'albumine, le mucilage, etc., donnèrent un sirop, dans lequel il se forma des cristaux de sucre.

» La miellée examinée renfermait du sucre analogue au sucre de canne et du sucre réducteur. Par l'intervention de la levûre de bière, les deux sucres disparaissaient complétement. Néanmoins, dans la liqueur fermentée, il restait une substance douée d'un très-fort pouvoir rotatoire dextrogyre. C'était de la dextrine, déjà signalée par M. Berthelot dans les mannes du Sinaï et du Kurdistan, et depuis par M. Buignet dans une manne en larmes. Je n'ai pas trouvé de mannite dans la miellée du tilleul (1).

» Les observations optiques ont établi que le sucre réducteur dosé dans la manne du tilleul n'est pas du glucose dont le pouvoir rotatoire est + 56 degrés, mais du sucre interverti, du sucre de fruit ayant un pouvoir rotatoire de — 26 degrés.

» En se limitant à considérer les substances agissant sur la lumière polarisée, on a pour la miellée :

| | Recueillie le 22 juillet. | Recueillie le 1er août. |
|---|---|---|
| Sucre de canne | 48,86 | 55,44 |
| Sucre interverti | 28,59 | 24,75 |
| Dextrine | 22,55 | 19,81 |
| | 100,00 | 100,00 |

(1) J'ai recherché la mannite avec d'autant plus d'attention, qu'un observateur habile, M. Langlois, en a trouvé dans une matière sucrée recueillie sur les feuilles d'un tilleul. La

» On voit que les rapports entre les matières dosées n'ont pas été les mêmes dans les miellées recueillies à quelques jours d'intervalle. Sans doute on ne devait pas s'attendre à trouver exactement la même composition; mais, ce qu'il y a de remarquable, c'est l'analogie de constitution entre la miellée du tilleul et la manne du mont Sinaï analysée par M. Berthelot : pour la miellée recueillie le 1er août, il y a identité de composition.

*Manne du Sinaï* (1).

| | |
|---|---|
| Sucre de canne............ | 55 |
| Sucre interverti........... | 25 |
| Dextrine.................. | 20 |
| | 100 |

» Il n'est peut-être pas sans intérêt d'avoir trouvé dans les Vosges la manne du mont Sinaï.

» En cherchant, par l'analyse, à comparer la quantité de miellée étendue à la surface des feuilles malades du tilleul, à la quantité de matières sucrées contenues dans les feuilles saines, on arrive à ce résultat :

| | Sucre de canne. | Sucre interverti. | Dextrine. | |
|---|---|---|---|---|
| | gr | gr | | gr |
| Dans 1 mètre carré de feuilles saines........... | 3,57 | 0,86 | 0,00 | 4,43 |
| Dans la miellée recueillie sur 1 mètre carré de feuilles. | 13,92 | 7,23 | 5,62 | 26,77 |
| Différences................. | 10,35 | 6,37 | 5,62 | 22,34 |

» L'accumulation de la manne exsudée par les feuilles malades est donc considérable, et de plus, l'on constate dans cette exsudation une substance, la dextrine, qui n'existe pas dans les feuilles saines.

» D'après des mesures prises sur un arbre de même âge et de même port, les feuilles du tilleul malade pouvaient avoir une surface de 240 mètres carrés, soit 120 mètres carrés, puisque la manne ne recouvrait qu'un seul côté du limbe. Il en résulterait que, le 22 juillet 1869, le tilleul portait 2 à 3 kilogrammes de miellée supposée sèche.

» Dans les conditions normales de la végétation, les sucres élaborés par les feuilles sous l'influence de la lumière et de la chaleur, pénètrent dans l'organisme de la plante avec la séve descendante. Dans l'état anormal, qui détermine la formation de la miellée, les matières sucrées sont accumulées

mannite est d'ailleurs si facile à reconnaître, que je n'élève aucun doute sur sa présence dans le produit étudié par M. Langlois.

(1) BERTHELOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 82.

à la surface supérieure des feuilles, soit parce qu'elles sont produites en fortes quantités, soit parce que le mouvement de la séve est interrompu ou ralenti par la viscosité résultant de l'apparition de la dextrine.

» La miellée ne saurait être uniquement due aux influences météorologiques, à des étés chauds et secs; sans doute, le tilleul du Liebfrauenberg l'a sécrétée dans une année où il y a eu des périodes de fortes chaleurs, accompagnées de grandes sécheresses; mais il ne faut pas perdre de vue qu'un seul arbre fut atteint de la maladie, et que, à peu de distance, se trouvaient des tilleuls parfaitement sains.

» On a prétendu que des pucerons, après avoir puisé la miellée dans le parenchyme, la répartissent ensuite, en la rendant à peine modifiée : c'est, contrairement aux résultats de l'analyse, lui assigner une composition semblable à celle du suc des feuilles.

» Enfin, on accorde à certains insectes la faculté de provoquer la production de la manne.

» Ainsi, c'est à la piqûre d'un *Cocus* sur les feuilles du *Tamaris mannifera* que MM. Ehrenberg et Hemprich attribuent la formation de la manne que l'on trouve encore de nos jours dans les montagnes du Sinaï :

» La manne tombe sur la terre des régions de l'air (c'est-à-dire du sommet d'un arbrisseau et non du ciel). Les Arabes l'appellent *man*. Les Arabes indigènes et les moines grecs la recueillent pour la manger sur du pain en guise de miel. Je l'ai vu tomber de l'arbre, je l'ai recueillie, dessinée, apportée moi-même à Berlin avec la plante et les restes de l'insecte. Cette manne découle du *Tamarix mannifera* (Ehrenberg). De même qu'un grand nombre d'autres mannes, elle se produit sous l'influence de la piqûre d'un insecte : c'est, dans le cas présent, le *Cocus manniparus* (H. et Ehr.) (1). »

» La manne recueillie, en 1869, au Liebfrauenberg, n'aurait pas alors la même origine que la manne du Sinaï, bien qu'elle ait la même composition. Lors de son apparition sur le tilleul, on ne remarqua pas d'insectes. Ce fut plus tard que l'on vit quelques pucerons englués sur un certain nombre de feuilles. J'ai dit d'ailleurs, au commencement de ce Mémoire, qu'après avoir lavé l'extrémité d'une branche, on avait vu surgir, peu à peu, des points gluants, d'abord à peine perceptibles, augmentant chaque jour, jusqu'à recouvrir entièrement la face supérieure de la feuille. Cette extension lente et progressive de la miellée s'accomplissait évidemment sans le concours des pucerons, qui n'arrivèrent qu'ensuite, comme les mouches, comme les abeilles, pour se nourrir de la sécrétion sucrée ou pour la butiner. »

---

(1) Citation de M. Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 83.

CHIRURGIE. — *Anus anormal à l'aine droite. — Entérotomie iléo-cæcale;* *par* **M. S. Laugier**.

« Je viens présenter à l'Académie l'exemple d'une opération nouvelle, que j'ai dû imaginer et pratiquer dans des conditions insolites d'anus anormal inguinal. Cette repoussante infirmité, qui rend le malade un objet de dégoût pour ceux qui l'approchent et pour lui-même, avait eu son origine, comme cela arrive le plus souvent, dans une hernie étranglée et gangrenée avec perte d'une anse intestinale entière.

» Le sujet de cette observation est un jeune homme de vingt-quatre ans, employé à la Poste, bien constitué et d'une bonne santé habituelle. D'après le dire du malade, la hernie est survenue tout à coup. Le 26 décembre 1870, pendant qu'il portait un fardeau, une tumeur douloureuse s'était formée brusquement à l'aine droite; elle a été prise pour une orchite et traitée comme telle par des ponctions multiples. Ces mouchetures donnèrent issue à des matières fécales, et le malade fut soulagé.

» Quinze jours après, il entra dans un hôpital. On constate les fistules et la sortie des matières intestinales; de plus, à travers une fistule située au-dessous des autres, a lieu un renversement de la membrane muqueuse de l'intestin, long de 4 à 5 centimètres, appartenant au bout inférieur de l'anus anormal et par lequel s'échappent des matières glaireuses, mais pas de matière fécale. Par une large incision, on transforme les fistules multiples en une seule ouverture; puis, quelques jours après, sont faites deux cautérisations avec le caustique de Filhos, dans le but très-légitime de détruire ce qu'on appelle l'*éperon*, angle saillant de la cloison moyenne des deux bouts de l'anus anormal, qui gêne le cours des matières du bout supérieur vers le bout inférieur. Le malade, très-intelligent, assure qu'après la seconde cautérisation, il cessa de voir sortir, par la partie inférieure de la plaie, les matières glaireuses indiquées. Je me borne à rapporter, sans les garantir, les propos du malade. Le 10 mars, après un séjour d'environ six semaines, il sort de l'hôpital et retourne chez lui. Au mois d'avril, le médecin qui lui donnait des soins détruisit avec la pâte de Vienne la muqueuse renversée, et, pour en venir à bout plus complétement, fit à la base de la petite tumeur formée par le renversement, quelques mouchetures avec la pointe d'une lancette et y introduisit plusieurs fragments de potasse caustique. La tumeur fut entièrement détruite. Ces détails, qu'on pourrait croire sans importance, rendent compte au contraire de la modification

profonde de l'anus anormal, qui a rendu indispensable l'opération nouvelle que je soumets à l'appréciation de l'Académie.

» Le malade entra dans mon service à l'Hôtel-Dieu, le 1er juillet 1871. Une plaie en forme d'entonnoir, tapissée d'une membrane muqueuse, existait à l'aine droite au niveau de l'anneau du muscle grand oblique, et laissait passer toutes les matières intestinales. C'était un anus anormal : depuis qu'il était établi, il n'était sorti par l'anus normal, de loin en loin, et par l'usage des lavements, que des masses concrètes de mucosités grisâtres, résidu des sécrétions intestinales, mais sans mélange des fluides qui les colorent habituellement.

» Tel devait être, en effet, la suite d'une perte de substance de l'intestin comprenant une anse intestinale entière; c'était le cas, ou du moins on devait le supposer, de l'application de l'entérotomie, dont Dupuytren est l'inventeur.

» Dans cette opération, on rapproche à l'aide d'un instrument à deux branches les deux bouts de l'intestin, l'un supérieur, étendu de l'estomac à l'ouverture accidentelle, qui verse au dehors les matières intestinales et alimentaires plus ou moins complétement digérées, l'autre inférieur, qui, parti de cette ouverture, aboutit à l'anus normal, devrait y conduire les résidus de la digestion, mais ne peut plus remplir les fonctions auxquelles il est destiné, par le fait même de l'interruption de continuité entre les deux bouts et de la direction oblique qu'ils ont contractée vers la paroi abdominale, direction que rendent permanente, au moins temporairement, des adhérences du péritoine intestinal avec le péritoine de la paroi.

» Le résultat de l'entérotomie, suivant la méthode de Dupuytren, est d'adosser, en les rendant parallèles dans l'étendue de quelques pouces, les deux bouts de l'intestin, de les rendre adhérents dans toute cette étendue, de perforer la cloison moyenne ainsi constituée, et d'établir une communication assez large pour permettre aux matières de passer du bout supérieur dans l'inférieur, malgré la direction vicieuse que ces deux bouts conservent longtemps vers la paroi abdominale. Dès lors, les selles naturelles se rétablissent plus ou moins complétement.

» Mais ainsi qu'on le voit, pour que cette opération soit pratiquée, il est de toute nécessité que les deux bouts soient rencontrés, puisqu'une des branches de l'entérotome doit être placée dans le bout supérieur et l'autre branche dans le bout inférieur.

» Chez le malade soumis à mon observation, cette condition *sine qua non* n'existait pas; j'ai fait entrevoir que des cautérisations inopportunes

avaient causé ce fâcheux résultat. Quoi qu'il en soit, le bout inférieur de l'anus anormal faisait défaut, son orifice était oblitéré, et sa situation même était impossible à déterminer.

» Plusieurs mois ont été passés à faire des recherches, qui sont restées infructueuses : dilatation de l'anus anormal, exploration de la cavité intermédiaire aux deux bouts, introduction du doigt, de sondes diverses, de l'endoscope; injections, soit par l'anus anormal, soit par l'anus normal, dans l'espoir de faire pénétrer un liquide à travers l'orifice cherché; rien ne parvint à réussir, et nous restions en présence d'une affection incurable et contre laquelle aucun moyen palliatif ne nous permettait de rendre la vie du malade plus supportable. Il était plongé dans un découragement profond, et n'envisageait la fin de ses maux que par le suicide.

» On comprend combien j'étais préoccupé de sa déplorable situation.

» Il me vint alors à la pensée de suppléer à l'absence du bout inférieur de l'iléon, et de le remplacer par le gros intestin, dont la première portion, le cœcum, est située dans le voisinage d'un anus anormal, dont l'origine est à l'aine droite. Le gros intestin, dans tous les cas d'anus anormal de l'intestin grêle, fait lui-même partie du bout inférieur, puisqu'il aboutit à l'extérieur par l'orifice du rectum. Le bout inférieur se compose en effet alors de toute la partie de l'intestin grêle placée entre l'anus anormal et la valvule dite de Bauhin, et, à partir de cette valvule, de la totalité du gros intestin.

» Faire communiquer le bout supérieur de l'anus anormal avec le cœcum, c'était, il est vrai, renoncer à toute cette portion de l'intestin grêle située entre l'anus anormal et le gros intestin; mais cette suppression était déjà opérée de fait par la maladie, par la section du canal intestinal en deux parties, et comprenait le gros intestin lui-même; verser les matières intestinales dans le cœcum, en les détournant de l'anus anormal, c'était donc récupérer au profit de la nutrition, dans une certaine mesure, une étendue notable du bout inférieur, ainsi que le prouve l'usage en thérapeutique des lavements alimentaires; c'était aussi recréer le bout inférieur.

» Nous avions, pour nous encourager, le bon état des forces du malade; son appétit était, en général, vif, mais une quantité suffisante d'aliments y pourvoyait, et, malgré les pertes du malade par l'anus anormal, il avait conservé des forces et de l'embonpoint.

» Je résolus de faire communiquer le bout supérieur de l'anus anormal avec le cœcum par une ouverture latérale, qui serait opérée à l'aide d'un

entérotome particulier approprié aux conditions de voisinage des deux intestins. La proposition faite au malade lui rendit l'espoir et trouva chez lui une entière soumission à tout ce que je jugerais nécessaire. J'avais besoin de cette confiance et de cette résolution, car pour arriver au but, il fallait deux opérations au lieu d'une.

» Dans l'entérotomie ordinaire, il suffit, comme je l'ai dit, après une dilatation suffisante de l'orifice et du trajet de l'anus anormal, d'introduire une branche de l'entérotome dans les deux bouts de l'intestin et de les rapprocher pour les perforer; mais ici il me fallait d'abord établir un autre anus anormal sur le cœcum, pratiquer à cet intestin une ouverture, qui serait rendue persistante pendant quelque temps, afin d'y faire pénétrer le doigt d'abord, et, sur ce doigt, au moment convenable, une des branches de l'entérotome, l'autre devant être placée dans l'anus anormal.

» Or cette première opération, qui se compose de l'ouverture de la paroi abdominale dans l'étendue de quelques centimètres, de celle du péritoine, de l'application de plusieurs points de suture entre la paroi et l'intestin, et enfin de l'incision de l'intestin lui-même, est d'une gravité incontestable. A elle seule, elle peut compromettre les jours du malade.

» Cet anus anormal cœcal obtenu, je ne pouvais établir une communication entre le cœcum et le bout supérieur de l'anus anormal qu'en faisant usage d'un entérotome à branches courbes, dont les mords seulement agiraient sur la double paroi du cœcum et de l'iléon pour la mortifier et la perforer, mais qui laisseraient intactes toutes les parties molles comprises entre les deux anus anormaux tout en les embrassant sans les contondre.

» Dans l'entérotomie ordinaire, une seule ouverture existe pour l'introduction des branches. Les parties saisies une fois divisées, les branches de l'instrument devenues mobiles ressortent par l'orifice de l'anus anormal avec la double paroi intestinale transformée en escarrhe. Dans l'opération que je projetais, les deux branches de l'entérotome, introduites isolément par des ouvertures différentes, devaient aussi être retirées isolément.

» L'entérotome fut aussitôt construit qu'imaginé. M. Mathieu, habile fabricant d'instruments de chirurgie, réalisa promptement le modèle que je lui avais donné.

» Le 16 décembre 1871 la première opération fut pratiquée. Je passe sous silence les essais auxquels j'ai dû me livrer pour déterminer le point précis du cœcum qu'il était préférable d'ouvrir. L'intestin, mis à nu, fut réuni à la paroi abdomidale par sept points de suture, mais il ne fut incisé

que deux jours après, le 18 décembre, à l'aide d'un bistouri droit; l'incision fut d'environ deux centimètres : elle fut dilatée par un petit cône d'éponge préparée. Je tenais à ne lui donner que l'étendue strictement nécessaire.

» Du 18 au 29 décembre, il n'y eut ni douleurs abdominales, ni fièvre; à peine observa-t-on une légère augmentation de la température avec accélération du pouls. Le septième jour, la température et le pouls étaient revenus à l'état normal.

» Le 29 décembre, le doigt indicateur gauche est facilement introduit dans le cœcum, celui de la main droite dans l'anus anormal, et portés l'un vers l'autre ne sont plus séparés que par la double paroi du cœcum et de l'iléon. Le cœcum n'est pas trouvé rétréci.

» Le lendemain, les deux branches de l'entérotome sont successivement placées et réunies à l'aide de la vis de pression de l'instrument.

» Aucune douleur notable n'est la suite de l'application de l'entérotome. — Pas de nausées ni de vomissement.

» Le quatrième jour, quelques matières commencent à sortir par la plaie du cœcum. Le ventre reste souple et sans douleur; le malade, dont les évacuations alvines sont assurées par l'anus anormal, n'a pas cessé de prendre quelques aliments au gré de son appétit.

» Au bout de sept jours, samedi 6 janvier, les branches de l'entérotome sont retirées. Hier, dimanche 7, il passe notablement moins de matières intestinales par l'anus anormal. Ce matin, lundi 8, le malade n'évalue qu'au dixième la quantité de ces matières par l'anus anormal, le reste s'écoule au contraire abondamment par la plaie du cœcum.

» Le malade conçoit un grand espoir de guérison, et je partage cet espoir, tout en admettant que, pour l'obtenir complète, il reste encore des difficultés à surmonter; mais ces difficultés sont celles de l'entérotomie ordinaire.

» Comme on le voit, le caractère de l'opération dont j'offre les premiers résultats à l'Académie, c'est la création d'une voie nouvelle au cours des matières intestinales dans les cas d'oblitération du bout inférieur de l'anus anormal, quand cette oblitération aura lieu au-dessus de la valvule de Bauhin. C'est la reproduction de ce bout inférieur. Elle rend possible la guérison d'une maladie incurable par tout autre moyen. J'ai donné l'exemple de son application sur le cœcum parce que l'anus anormal se trouvait à droite; mais il serait très-probablement aussi facile de la pratiquer sur l'S iliaque du colon, si l'anus anormal était à gauche, et peut-être

avec plus d'avantages sous quelques rapports. J'ai l'espoir que l'opération que je propose sera considérée comme une méthode nouvelle, bien qu'on puisse la considérer comme le complément de l'entérotomie ordinaire. Je lui donne le nom d'*entérotomie iléo-cœcale*.

» Je termine ici la Communication que je me proposais de faire aujourd'hui à l'Académie, quoique ce sujet comporte bien d'autres remarques à faire, et notamment au point de vue physiologique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note accompagnant la présentation des derniers numéros du* Bulletin de l'Observatoire météorologique central de Montsouris; *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le *Bulletin de l'Observatoire météorologique central de Montsouris* pour le mois de décembre 1871, et pour les premiers jours de janvier 1872, y compris le *Bulletin* d'aujourd'hui 8 janvier, ainsi que le *Bulletin d'Histoire naturelle agricole et médicale* du jeudi 4 janvier. Avant peu, et malgré les graves événements qui nous ont forcés, à plusieurs reprises, de restreindre nos travaux, nous pourrons, grâce à nos 20 observations quotidiennes, fournir aux savants, avec une exactitude suffisante, pour les principaux éléments météorologiques, les Constantes horaires qui manquent encore pour le climat de Paris.

» En inaugurant cette quatrième année d'observations, l'Académie me permettra de jeter un regard en arrière et de me féliciter de ce que, au milieu des traverses qui ont embarrassé notre chemin et retardé nos progrès, nous ayons trouvé autour de nous tant d'aide et de bonne volonté.

» Jamais peut-être, pour accomplir une œuvre d'utilité générale, aucune administration n'aura rencontré, dans des circonstances politiques si défavorables, tant de soutien que le ministère de l'Instruction publique pour créer l'Observatoire dont l'organisation m'a été confiée.

» Tout d'abord, la fondation (étudiée en projet par une Commission, dont trois membres, sur sept, appartiennent aujourd'hui à l'Académie) recevait de l'Administration municipale, sous le patronage d'un de nos illustres Secrétaires perpétuels, alors son Président, une construction et un vaste jardin, parfaitement situés pour la météorologie et ses applications (1).

---

(1) Le grand froid du 9 décembre dernier a démontré la nécessité de posséder un lieu d'observations à peu près indépendant des influences d'un grand centre habité; car, si l'Ob-

» Le Président de la Commission, chargé (jusqu'ici à titre provisoire) de la direction de l'établissement, et l'un des membres de cette Commission, assistés d'un secrétaire-adjoint et de cinq jeunes aides, que nous avons formés nous-mêmes, remplissent, depuis le 1<sup>er</sup> juin 1869, la mission, entièrement désintéressée, d'étudier d'abord sur les lieux, puis d'établir définitivement d'une manière irréprochable les appareils de la météorologie élémentaire, enfin de veiller aux publications. Mais les ressources étaient bien insuffisantes. L'Académie est venue plusieurs fois à notre aide; nous avons reçu des appareils de l'administration des Ponts et Chaussées, de celle des Lignes télégraphiques. Le ministère de la Marine, la Ville de Paris, la Société des agriculteurs de France ont souscrit à nos publications; de simples particuliers, amis du progrès, ont voulu, par des dons, ajouter à nos ressources. Enfin, frappée de l'utilité pratique de notre œuvre, l'Assemblée nationale, malgré les besoins financiers du moment, a confirmé le vote du Corps législatif, et nous accorde un budget à peu près suffisant pour pouvoir étudier, tout en observant, les méthodes d'observation, et pour continuer et développer nos publications (1).

» Les encouragements scientifiques ne nous ont, d'ailleurs, manqué ni de la France ni de l'étranger. Un grand nombre de Correspondants, dont plusieurs appartiennent à cette Académie, nous envoient régulièrement les documents qui nous permettent de présenter, chaque jour ou chaque semaine, le tableau des faits qui intéressent la Météorologie agricole de notre pays. Les chefs d'observatoires étrangers ne sont pas restés en retard, et, si je ne puis profiter de la publicité de nos *Comptes rendus* pour les citer tous, qu'il me soit, du moins, permis de mentionner ici le savant doyen des météorologistes européens, M. Quetelet, et l'habile directeur du *Meteorological Office*, M. Robert Scott.

---

servatoire de Montsouris n'eût pas existé, on ne saurait pas aujourd'hui d'une manière positive que le thermomètre peut s'abaisser, à Paris, à près de — 24 degrés.

(1) Les 60 000 francs (la Commission évaluait à 70 000 fr. l'allocation nécessaire pour qu'aucun service ne fût en souffrance) ont été votés successivement pour 1871, par le Corps législatif en juin 1870, et en octobre 1871 par l'Assemblée nationale : cette dernière Assemblée a accordé, pour l'exercice 1872, les trois premiers douzièmes provisoires avec le reste du budget. Le personnel actuel, tout à fait insuffisant pour le travail courant, y fera face, néanmoins, jusqu'à ce que l'Administration supérieure ait pu constituer définitivement l'Observatoire d'après les prévisions du budget et conformément aux propositions qu'elle a elle-même récemment demandées à la Commission d'organisation.

» Mais je dois, avant tout, remercier ici mes Collaborateurs, qui tous, dans la mesure de leurs moyens, ont payé de dévouement ; j'aime, tout particulièrement, à rappeler ce que je dois à un savant, dont le mérite est aujourd'hui reconnu de tous, malgré sa modestie. Je veux parler de M. Renou, qui, depuis le mois de juin 1869, n'a cessé jusqu'aujourd'hui de me donner une aide aussi efficace que désintéressée, et qui n'a pas démenti, en cette occasion, trente années de dévouement absolu à la science.

» Tels sont les encouragements qui m'ont soutenu dans une tâche à laquelle j'ai consacré, depuis trois ans, le meilleur de mes forces et de mon intelligence, et dont je rapporte, avec bonheur, la principale part de succès à l'Académie. »

## MÉMOIRES LUS.

BALISTIQUE. — *Sur le mouvement des projectiles oblongs dans les milieux résistants; explication des blessures produites sur les corps animés par les balles oblongues des fusils rayés.* Mémoire de **M. Martin de Brettes**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« La résistance de l'air, qui ne passe pas par le centre de gravité du projectile, fait décrire par l'axe de figure, autour de ce point, un cône relatif dont l'axe est horizontal pendant le tir de plein fouet. C'est ce mouvement relatif qui engendre une force dérivatrice, cause de la *dérivation latérale*, qui caractérise le tir des projectiles oblongs dans les armes rayées.

» C'est aussi ce mouvement relatif qui produit les circonstances particulières de la pénétration des projectiles oblongs dans les milieux solides.

» Après avoir montré comment ce mouvement se modifie en raison des résistances éprouvées par le projectile, je donne, de la manière suivante, l'explication des formes des blessures produites par les balles oblongues sur les corps animés.

» Si la balle frappe normalement le corps sur une partie charnue, les résistances seront symétriques à l'axe de figure, et la balle fera un trou cylindrique. Le cas est rare.

» Si la balle atteint un peu obliquement le corps et rencontre un os, après avoir pénétré d'une partie de sa longueur, l'ouverture du cône relatif

augmentera. La blessure aura alors la forme d'un entonnoir très-évasé, dont le diamètre de l'ouverture pourra atteindre le double de la longueur de la balle.

» Si la balle pénètre entièrement dans une partie charnue, qu'elle y reste ou en sorte, elle conservera son mouvement relatif, mais l'ouverture du cône ira en croissant. La blessure formera ainsi un canal de section croissante, depuis l'entrée de la balle jusqu'à sa sortie. Le diamètre pourra atteindre la longueur de la balle.

» Les observations faites dans les ambulances par les médecins civils et militaires que j'ai consultés, parmi lesquels je citerai M. le Dr Bérigny, des ambulances internationales de Versailles, et M. le Dr Chenu, médecin principal des armées, en retraite, et médecin des ambulances internationales de Paris, confirment les indications de la théorie. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les effets des variations du travail transmis par les machines et sur les moyens de les régulariser.* Mémoire de **M. E. Rolland.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Malgré les importants travaux de Navier, de Poncelet, de Coriolis et de leurs successeurs, les théories de la mécanique industrielle laissent encore beaucoup à désirer, et la nécessité de les améliorer, pour les mettre au niveau des besoins actuels, devient chaque jour plus manifeste. Quelques mots suffiront pour expliquer les causes d'un tel état de choses : conduits à traiter des questions le plus souvent inabordables par les moyens dont disposait l'analyse, les créateurs de la mécanique industrielle durent, à l'origine, faire des hypothèses de nature à en rendre l'accès possible, et se contenter de solutions approximatives. De telles solutions suffisent, dans bien des cas, pour les besoins de la pratique, mais il est prudent de ne pas les accepter sans s'être rendu compte des limites entre lesquelles elles sont réellement admissibles. Malheureusement cette précaution nécessaire est trop souvent mise en oubli, et l'on obtient ainsi des résultats inattendus, anormaux, que leurs auteurs reprochent à la théorie, tandis qu'ils sont dus uniquement au mauvais emploi qui en est fait. A mesure que le temps s'écoule, cet oubli des hypothèses initiales a des conséquences plus graves, et l'on arrive graduellement à des règles pratiques d'autant plus vicieuses que, n'étant plus basées sur les vrais principes de la science, elles ne sont pas même justifiées, comme certaines règles empiriques, par leur confor-

mité avec les résultats de l'expérience. Appelé à diriger de nombreuses installations de machines, j'ai pu constater bien souvent ces malentendus, ces désaccords, qui menacent de jeter une entière confusion dans une branche importante des sciences appliquées, et la nécessité de porter remède à cette fâcheuse situation.

» Parmi les questions dont l'importance réclame le plus impérieusement de nouvelles investigations, se place au premier rang celle de la régularisation de la vitesse dans les machines. Tel est le sujet des études dont ce Mémoire forme la première partie. Ce sujet est, en réalité, des plus vastes, car il comprend implicitement la théorie des volants et des régulateurs, ou, pour parler plus exactement, la théorie entière de la transmission du travail. On trouve dans la première partie du Cours professé par Poncelet à l'école de Metz, le développement remarquable des considérations générales que comporte cette théorie, et je n'ai pas la prétention de le refaire après le savant général. Mon but est, au contraire, de spécialiser les questions, dans l'espoir de leur faire faire un nouveau pas en avant. La première chose à faire, en abordant le problème sous ce nouveau point de vue, était d'en bien préciser les termes, et, pour y arriver, je passe en revue les causes diverses qui peuvent entraîner des changements dans la vitesse des machines, et les moyens à l'aide desquels on peut en conjurer, ou du moins en atténuer les effets. Cet examen fait voir que les organes divers, servant à la réglementation, se réduisent en réalité aux trois suivants : les distributeurs, dont le but est de maintenir, le plus possible, l'invariabilité des forces agissantes; le modérateur, réservoir de force vive, formé par toutes les pièces mouvantes de la machine et dont le rôle est de rendre plus lente l'altération de la vitesse; enfin, le régulateur, chargé de modifier la grandeur de la puissance, dès que la vitesse tend à sortir des limites voulues.

» Après ces définitions nécessaires, je pose, dans les termes suivants, le problème général de la réglementation : *une machine pourvue d'un régulateur étant en marche régulière, déterminer les variations de la vitesse qui se produiront à la suite d'un changement brusque dans la quantité du travail transmis.* La solution d'un semblable problème est à peu près inabordable par les moyens dont dispose aujourd'hui la science. Mais on peut limiter la question, en faisant abstraction de la période pendant laquelle le régulateur est en mouvement, et se demander seulement quelle est la variation permanente qu'aura subie la vitesse, quand il sera arrivé à sa position finale d'équilibre. C'est ainsi qu'ont été obtenues les formules en usage, sans qu'on ait spécifié dans quelles conditions cela était admissible. Ne pouvant aborder ici la discus-

sion à laquelle je me livre sur ce sujet, je me borne à en donner les principaux résultats :

» 1° L'action du régulateur est en relation des plus intimes avec la puissance du modérateur. L'étude des effets propres à chacun de ces deux organes de la réglementation ne peut donc se faire isolément.

» 2° Le bon fonctionnement du régulateur dépend à la fois de sa sensibilité et de la rapidité avec laquelle s'altère la vitesse de la machine, sous l'influence d'une cause pertubatrice donnée. Cette rapidité d'altération a pour mesure une fraction dont le numérateur est la variation de travail produite en une seconde par la perturbation, et dont le dénominateur est la somme des forces vives de toutes les pièces en mouvement.

» 3° Un régulateur spécial étant donné, on peut déterminer par expérience la valeur de la fraction définie au paragraphe précédent, pour laquelle cesserait son bon fonctionnement. Cette valeur limite peut être considérée comme caractéristique de ce régulateur, et, pour faire avec succès l'application de celui-ci sur une machine quelconque, il suffira de donner à la force perturbatrice et au modérateur des proportions telles que cette limite ne soit pas dépassée.

» 4° La fraction caractéristique est indépendante de la puissance de la machine. On doit donc repousser comme inadmissible le mode d'appréciation aujourd'hui fort usité, en vertu duquel le degré de perfection du régulateur dépendrait de la fraction dont il serait possible, sans troubler son bon fonctionnement, de faire varier brusquement le travail total de la machine.

» 5° Toutes choses égales d'ailleurs, le modérateur doit être d'autant plus puissant que le régulateur est plus sensible. L'inobservation de cette condition nécessaire est la cause principale des mécomptes auxquels a donné lieu l'emploi des régulateurs isochrones. Faute d'un modérateur de puissance suffisante, ces régulateurs trop sensibles déterminent forcément des oscillations périodiques de la vitesse. Les inconvénients résultant de ces oscillations sont du reste bien connus, et les constructeurs, pour s'en rendre maîtres, en sont venus à introduire dans le mécanisme de véritables freins, à l'aide desquels ils peuvent réduire la sensibilité suivant les besoins.

» La théorie précédente est établie dans l'hypothèse, généralement admise par les auteurs, de l'invariabilité de forme des organes d'une machine en mouvement. Dans la seconde partie de mon Mémoire, je montre la nécessité de tenir compte de l'élasticité de ces organes. J'établis les équations

générales du mouvement d'un nombre quelconque de pièces tournantes, rendues solidaires par des arbres, des courroies, ou tout autre lien élastique. Ainsi que l'avait déjà fait voir M. Kretz, dans un Mémoire présenté en 1865 à l'Académie, mais par une voie différente, je montre qu'au système défini ci-dessus, il est possible d'en substituer un autre, consistant en une série de masses unies par des ressorts et se mouvant en ligne droite. Je fais une étude spéciale et complète des effets produits par les forces perturbatrices sur le système formé de deux roues montées sur le même arbre. Voici quelques résultats tirés de ce cette étude :

» 1° Sous l'action des changements brusques dans l'intensité des forces agissantes, il se produit, dans l'arbre, des oscillations tournantes, dont les lois sont conformes à celles des oscillations pendulaires. En raison de cet état dynamique, la tension correspondant à la torsion produite sur l'arbre, par la perturbation s'élève jusqu'au double de sa valeur statique. On conclut de là, par une déduction facile, que, dans une transmission, ce sont les arbres les plus éloignés du moteur qui supportent la plus grande fatigue élastique. Cette conclusion, en contradiction absolue avec la règle pratique prescrivant de renforcer surtout les arbres les plus voisins du moteur, montre le danger d'appliquer de semblables règles sans examen préalable.

» 2° La perturbation produit sur la machine des effets de trois sortes, savoir : un excès de torsion de l'arbre, une perte de force vive, et des variations dans les vitesses des deux roues. La discussion des formules donnant la mesure de ces trois sortes d'effets me conduit à établir la proposition suivante : « Si l'on débraye simultanément $n$ outils de même puissance, » les effets d'élasticité de toutes natures résultant de cette perturbation se- » ront $n$ fois plus grands que si leur débrayage s'était fait successivement. »

» 3° L'emploi des régulateurs trop sensibles amenant une série de perturbations de sens contraires, accroît, dans des proportions considérables, la fatigue des transmissions et les pertes de force vive dues à l'élasticité.

» 4° Il existe, sur la longueur de l'arbre, un point inaccessible aux mouvements oscillatoires engendrés par les perturbations, et que, pour ce motif, je nomme le *centre neutre*. Cette proposition, rigoureusement exacte dans le cas où le moment d'inertie de l'arbre est négligeable devant ceux des deux poulies, peut être regardée comme très-sensiblement vraie dans la plupart des applications. Dans une machine complexe, le centre neutre ne coïncide pas, en général, avec un point déterminé du système, mais le plus souvent il se déplace en réalité fort peu. Dans tous les cas, il existera dans

la transmission une région des moindres oscillations, jouissant, dans une certaine mesure, des avantages du centre neutre.

» On comprend sans peine l'utilité dont peuvent être les considérations de cette nature pour la combinaison rationnelle des éléments des machines, et notamment pour la fixation du point où l'on doit prendre le mouvement de certains organes, tels que le régulateur et les tiroirs de distribution, qu'il importe de mettre à l'abri des perturbations. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

**M. Boussinesq** adresse, par l'entremise de M. de Saint-Venant, une Note « Sur les lois qui régissent, à une première approximation, les ondes lumineuses propagées dans un milieu homogène et transparent, d'une contexture quelconque. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

**M. Croullebois** adresse un Mémoire sur la double réfraction elliptique du quartz.

(Commissaires : MM. Bertrand, Fizeau, Edm. Becquerel.)

**M. Netter** transmet à l'Académie de nouveaux documents établissant l'efficacité de la poudre de camphre contre la pourriture d'hôpital.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur une relation entre les actions capillaires et les densités, dans les solutions salines; par* **M. C.-Alph. Valson.**

(Commissaires : MM. Becquerel, Fizeau, Jamin.)

« Je suppose toujours, comme dans mes Communications précédentes, qu'on ait préparé une série de solutions salines *normales*, c'est-à-dire renfermant chacune 1 équivalent de sel anhydre, évalué en grammes, dissous dans une quantité d'eau fixe et égale à 1 litre. Je suppose en outre que, pour chacune de ces solutions, on ait mesuré : 1° la densité; 2° la hauteur capillaire du liquide dans un même tube. On obtient ainsi une série de résultats qui sont résumés dans le tableau suivant, pour un certain nombre de sels. La colonne E renferme les équivalents des métaux; H désigne les hauteurs capillaires, évaluées en millimètres, dans un tube de $\frac{1}{2}$ millimètre

de diamètre, et à la température de 15 degrés; D représente les densités des solutions normales, à la même température; enfin, la colonne intitulée DH donne les valeurs des produits qu'on obtient en multipliant les densités par les hauteurs capillaires.

| MÉTAUX. | E | CHLORURES. | | | BROMURES. | | | IODURES. | | | SULFATES. | | | AZOTATES. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H | D | DH | H | D | DH | H | D | DH | H | D | DH | H | D | DH |
| Lithium.... | 7 | 60,8 | 1,023 | 62,1 | 58,6 | 1,058 | 61,9 | 56,8 | 1,087 | 61,7 | 59,6 | 1,043 | 62,1 | 59,8 | 1,036 | 61,9 |
| Magnésium.. | 12 | 59,7 | 1,035 | 61,8 | » | » | » | » | » | » | 58,5 | 1,055 | 61,7 | 58,6 | 1,048 | 61,4 |
| Ammonium. | 18 | 60,9 | 1,015 | 61,8 | 58,7 | 1,050 | 61,6 | » | » | » | 59,7 | 1,035 | 61,8 | 59,9 | 1,028 | 61,6 |
| Calcium.... | 20 | 59,4 | 1,042 | 61,9 | 57,2 | 1,077 | 61,6 | 55,4 | 1,106 | 61,2 | » | » | » | 58,4 | 1,055 | 61,6 |
| Sodium..... | 23 | 59,7 | 1,040 | 62,1 | 57,5 | 1,075 | 61,8 | 55,7 | 1,104 | 61,5 | 58,5 | 1,060 | 62,0 | 58,7 | 1,053 | 61,8 |
| Manganèse.. | 28 | 58,5 | 1,052 | 61,5 | » | » | » | » | » | » | 57,3 | 1,072 | 61,4 | 57,5 | 1,065 | 61,7 |
| Zinc........ | 33 | 58,2 | 1,056 | 61,5 | » | » | » | » | » | » | 57,2 | 1,076 | 61,5 | » | » | » |
| Potassium... | 39 | 59,4 | 1,045 | 62,0 | 57,2 | 1,080 | 61,8 | 55,4 | 1,109 | 61,5 | 58,2 | 1,065 | 62,0 | 58,4 | 1,058 | 61,8 |
| Strontium... | 44 | 57,9 | 1,070 | 61,9 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 56,9 | 1,083 | 61,6 |
| Cadmium... | 56 | 57,2 | 1,078 | 61,8 | 55,0 | 1,113 | 61,2 | 53,2 | 1,142 | 60,7 | 56,0 | 1,098 | 61,5 | 56,2 | 1,091 | 61,7 |
| Baryum..... | 69 | 57,0 | 1,088 | 62,0 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 56,0 | 1,101 | 61,6 |
| Plomb...... | 104 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 54,1 | 1,133 | 61,6 |
| Argent...... | 108 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 54,2 | 1,133 | 61,7 |

» Il résulte immédiatement de ce tableau la conséquence suivante : « Pour toutes les solutions salines normales définies ci-dessus, le produit » de la densité par la hauteur capillaire reste sensiblement constant ». En effet, à part deux ou trois exceptions relatives aux bromures et aux iodures, ce produit reste compris entre 61,5 et 62,0. Ce résultat paraîtra remarquable, si l'on considère qu'il a lieu pour des métaux dont le poids équivalent varie entre 7 (*lithium*) et 108 (*argent*). Si l'on prend, par exemple, les points extrêmes du tableau : le chlorure de lithium et l'azotate d'argent, on a, pour les équivalents, 42,5 et 170, et, pour les hauteurs capillaires, 60,8 et 54,2; la constance des produits ne peut donc pas être une simple coïncidence.

» On déduit de la relation précédente que le poids d'une solution saline normale soulevé dans un même tube capillaire peut être considéré comme constant; car, si l'on désigne par S la section du tube, ce poids est égal à $S \times H \times D$. Si l'on suppose le diamètre du tube égal à $\frac{1}{2}$ millimètre, on trouve que ce poids est de 12 milligrammes et 1 dixième.

» Cette même relation est encore susceptible d'une autre interprétation. Si l'on prend 61,7 pour valeur moyenne du produit DH, l'équation

DH = 61,7 est représentée géométriquement par une branche d'hyperbole dont les densités D sont les abscisses et les hauteurs H les ordonnées. Cela posé, il est facile de reconnaître que, dans les limites du tableau précédent, la courbe peut être remplacée par sa tangente, ce qui donne, entre les hauteurs et les densités, la nouvelle relation

$$H = 118,5 - 56,8 \times D.$$

» Cette formule représente en effet, entre des limites très-étendues, les hauteurs capillaires déduites des densités des solutions salines.

» Cette dernière relation permet d'énoncer la conséquence suivante : « Quand on passe d'une solution saline normale à une autre, l'accroissement de la hauteur capillaire est proportionnel à la diminution de la densité ».

» Les relations signalées dans cette Note, non plus que celles que j'ai données précédemment pour les modules des hauteurs capillaires et des densités, ne sont point sans doute absolues, et ne sauraient être considérées comme des lois définitives, même au point de vue purement expérimental. Le tableau ci-dessus donne du reste une idée des écarts qui peuvent se présenter. Ces relations ont cependant de l'intérêt, car, d'une part, elles montrent que la loi existe, et, d'un autre côté, pour me servir d'une comparaison tirée des mathématiques, elles donnent le premier et le gros terme de la série dont l'ensemble représenterait la loi elle-même.

» Je me bornerai à ajouter une dernière remarque. Dans un travail publié récemment en commun avec M. P.-A. Favre, nous avons montré qu'il existe une correspondance intime entre les actions thermiques et les propriétés des densités, ou, ce qui revient au même, de *l'espace*. La présente Note établit qu'il existe une correspondance analogue entre ces derniers éléments et les propriétés des actions capillaires. C'est la conséquence principale que je tenais à mettre en évidence. »

M. **Pigeon** adresse une Note relative à la constitution du sang.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Blouin** adresse une nouvelle Note concernant un procédé destiné à rendre le pétrole moins inflammable.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Rouget** adresse une Note relative aux racines imaginaires des équations.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Hermite.

M. **Blanqui** adresse une Note concernant les causes de la lumière zodiacale.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Laugier.

M. H. **Anez** adresse une revendication de priorité au sujet du traitement par submersion des vignes attaquées par le *phylloxera vastatrix*, communiqué à l'Académie le 25 septembre 1871 par M. *L. Faucon*.

L'auteur dit avoir établi déjà ses droits à la priorité qu'il réclame, dans une Lettre adressée par lui le 23 octobre 1871 : cette Lettre n'est point parvenue au Secrétariat.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre, Blanchard.)

M. **Tissot** adresse une nouvelle Lettre concernant les ravages du *phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Bormann** adresse un projet de direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. A. **Wystrychowski** adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant,)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le volume intitulé « l'Administration militaire dans l'antiquité », par M. *Gauldrée-Boileau*, ancien directeur des Subsistances au ministère de la Guerre.

Cet ouvrage, fruit de longues études, auxquelles la compétence particulière de l'auteur et sa solide érudition l'avaient préparé, met en lumière les procédés de l'administration militaire chez les Grecs, depuis la guerre de Troie, et chez les Romains jusques à la fin de l'empire.

Le choix et l'éducation du soldat, son alimentation, son vêtement, ses armes, son campement, ses moyens de transport sont l'objet de comparaisons pleines d'intérêt, montrant ce que les armées modernes ont conservé et ce qu'elles ont changé, tantôt au profit, tantôt au détriment de leur force.

Les leçons que donne l'auteur, en s'appuyant sur l'expérience de l'antiquité, méritent d'être prises en considération dans l'intérêt de la Patrie française; elles conviennent à tous les temps et à toutes les nations; elles montrent que nous pouvons emprunter aux anciens des améliorations consacrées par des guerres heureuses, et qu'il serait sage de revenir à des pratiques dont on ne s'est pas éloigné sans péril pour le pays.

Cet ouvrage sera soumis à la Commission du prix de Statistique.

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, en outre :

1° Un volume de M. *P. Tochon*, intitulé « Histoire de l'agriculture en Savoie, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours » ;

2° Le premier fascicule d'un ouvrage de M. *Tellier*, portant pour titre : « Conservation de la viande et des autres substances alimentaires par le froid ou la dessiccation ».

**M. le Directeur général des douanes** adresse un exemplaire du « Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères, pendant l'année 1869 ».

**M. le Secrétaire perpétuel** donne lecture des deux Lettres suivantes, qu'il vient de recevoir de **M. Janssen** :

« Sholoor, station dans les Neelgherries, frontière du Mysore, 8 décembre 1871.

» Je viens donner de mes nouvelles à l'Académie et lui rendre compte de mes voyages préliminaires dans l'Inde, en vue du choix d'une station pour l'observation astronomique dont j'ai eu l'honneur d'être chargé par elle.

» On sait que la ligne décrite par les points successifs où l'éclipse doit être centrale passe par le nord de la Nouvelle-Zélande, le sud-ouest de Java, la pointe nord de Ceylan et, enfin, la partie sud de la presqu'île de l'Hindoustan.

» A ne consulter que la durée du phénomène et la hauteur du Soleil au moment de l'observation, on serait conduit à rechercher les stations les plus orientales, Java et la Nouvelle-Hollande. Mais si l'on a égard en même temps aux chances favorables que l'état du ciel nous laissera en décembre, aux diverses stations, on se trouve, au contraire, rejeté vers l'occident. J'avoue que les magnifiques conditions astronomiques dans lesquelles

l'éclipse se présentera à Java m'avaient bien tenté, et c'est devant l'évidence seulement que je me suis résigné à abandonner cette belle station. Les indications générales de la météorologie de ces régions, confirmées d'ailleurs par les témoignages de personnes instruites, fort au courant du climat de l'île, m'avertissaient qu'en décembre la partie occidentale de Java subit, dans toute sa force, la mousson d'ouest, et que des pluies torrentielles, presque constantes, ne me laisseraient pas une chance sur vingt, peut-être, d'apercevoir le soleil au moment du phénomène.

» Je me suis donc déterminé pour l'Inde. J'ai profité de l'avance que je m'étais donnée, pour visiter les diverses stations indiennes, et prendre une détermination éclairée par mes propres observations et par des renseignements recueillis sur les lieux mêmes.

» J'ai d'abord visité Ceylan. Le climat de cette île est beau en hiver; mais, par une circonstance fâcheuse, la région nord de l'île, visitée par l'éclipse, est brumeuse en décembre, tandis que le sud jouit d'un ciel presque toujours pur. Il était donc préférable d'observer sur le continent, et, dans cette intention, je me suis rendu de Ceylan à la côte Malabar. J'ai débarqué à Tillicherry, port situé fort près de notre petite colonie de Mahé, dont j'ai visité le gouverneur, et où j'ai engagé des indigènes parlant le français et les idiomes des régions où j'allais voyager, c'est-à-dire le mayalum, le thamul, le kanarèse.

» Si l'on jette les yeux sur une carte de l'Inde où la ligne centrale de l'éclipse ait été préalablement tracée, on voit que cette ligne venant de l'orient pénètre dans l'Hindoustan par le détroit de Palk (1), (10e degré de latitude), traverse les grandes plaines arrosées par le Canvery (Tanjore), passe sur le massif montagneux des Neelgherries, la partie sud du grand plateau central du Mysore, coupe les Ghauts vers le 12e degré de latitude et va sortir par la côte Malabar, à Baïcull, entre Cannanore et Mangalore. En résumé, la ligne centrale coupe un grand plateau bordé à l'est, au sud, à l'ouest, par une chaîne circulaire de montagnes et deux versants : le versant occidental à pentes rapides (côte Malabar); le versant oriental à pentes insensibles formant les immenses plaines du Carnatic et de la côte Coromandel. Or, en décembre, et lorsque règne la mousson de l'est, qui amène les vapeurs des eaux chaudes du golfe du Bengale, les stations de la

---

(1) Un peu au-dessus du point où le Ramayana place le pont de Rama, qui reliait Ceylan au continent. On songe actuellement à creuser un canal en ce point, pour ouvrir une route plus directe vers Calcutta aux navires venant de l'occident.

côte Malabar, préservées de cette influence par la chaîne des Gauths et le plateau central, sont indiquées d'une manière générale. Mais c'est là seulement une première donnée, qui doit être nécessairement modifiée par les éléments locaux du climat de chaque région. Aussi, ai-je profité du chemin de fer qui relie les deux côtes et suit, dans une partie de son parcours, la direction de la ligne centrale, pour étudier rapidement les stations qui semblaient devoir être les plus favorables. Après avoir laissé à la côte Malabar des instructions pour l'observation quotidienne du temps sur cette côte, observations qui m'ont été envoyées chaque jour par le télégraphe, je me suis rendu à Beypoor, tête de la ligne du chemin de fer sur la côte Malabar, j'ai conduit mon gros bagage à Coïmbatore, station centrale du chemin de fer en question, et la plus rapprochée des Neelgherries que je voulais visiter. Mon bagage mis en sûreté, et disposé de manière à pouvoir être rapidement dirigé sur un point quelconque par la voie ferrée, je suis parti pour les montagnes.

» Je me suis élevé sur le massif central, qui compte des sommets de près de 9000 pieds, et d'où l'on aperçoit, suivant leur situation à l'est ou à l'ouest du massif, soit les plaines du Carnatic (côte de Coromandel), soit le plateau du Mysore jusqu'aux Ghauts. Avec les dépêches que je recevais de la côte Malabar, j'avais ainsi sous les yeux la presque totalité de la région visitée par l'éclipse sur le continent. Voici le résultat de ces rapides études. Les plaines du Carnatic subissent en effet l'influence de la mousson d'est; elles sont fréquemment couvertes de nuages; ces nuages sont condensés en une couche basse et dense, qui, vue de la montagne, figure une mer immense de flocons blancs et cotonneux, percée, çà et là, par quelques sommets, et qui s'étend à perte de vue. Cet effet se produit quand le vent a été faible et la température basse, car alors les vapeurs sont restées sur la plaine et s'y sont condensées en nuages bas et denses. Mais si le vent est plus fort et la température plus élevée (effets qui paraissent connexes, puisque le vent d'est amène la température marine du golfe du Bengale), alors les nuages sont plus élevés, et les régions montagneuses n'en sont pas défendues. Le ciel des Neelgherries, très-pur dans le premier cas, devient nuageux et quelquefois pluvieux dans le second; mais cet effet est rare le matin. Du côté du Mysore, les résultats sont analogues et modifiés seulement par cette circonstance que ce plateau est couvert de riches et nombreuses forêts qui émettent d'abondantes vapeurs, tandis que les plaines du Carnatic sont beaucoup plus sablonneuses et arides. Ainsi, en résumé, et en

se plaçant au point de vue de l'observation de l'éclipse, les plaines du Carnatic paraissent devoir être condamnées, comme subissant trop directement l'influence du golfe, le Mysore comme trop humide, la côte Malabar comme ordinairement brumeuse (d'après les télégrammes et les avis de ses habitants). Il reste les stations des Neelgherries et celles des Ghauts. Sur les Neelgherries j'ai eu d'admirables matinées, avec un ciel d'une pureté et d'une *qualité* exceptionnelles. Par une de ces matinées, l'observation de l'éclipse eût été faite dans des conditions aussi parfaites que possible. A ma station, ces jours sont nombreux et fréquents; et si l'on supputait la proportion de ces matinées exceptionnelles en chaque point du globe, on trouverait le climat des Neelgherries excessivement favorisé. Je me suis donc déterminé pour ces montagnes, parmi lesquelles j'ai adopté celle qui m'était désignée comme la plus favorable par mes études. J'ai appelé alors mon bagage, ce qui a été une opération assez difficile dans les montagnes : il a fallu transporter les caisses à bras d'homme, et, quoique j'eusse divisé le poids autant que possible, plusieurs de ces caisses ont nécessité l'effort de douze montagnards, et n'ont traversé qu'avec peine les défilés. Enfin les instruments sont arrivés en très-bon état; la cabane où je dois observer est construite, et tout est disposé pour le moment critique.

» En résumé, les chances de l'observation sont nombreuses et aussi grandes que possible à cette époque de l'année, et l'éclipse peut être observée par un ciel d'une grande pureté, condition aujourd'hui absolument indispensable pour la solution des problèmes de plus en plus délicats que les progrès antérieurs de nos études nous laissent seulement aujourd'hui à résoudre.

» J'ai donc conscience, Monsieur le Secrétaire perpétuel, d'avoir fait tout ce qui dépendait de moi pour tirer le meilleur parti possible de la situation, et répondre à la confiance que le Gouvernement et les Corps savants de mon pays m'ont témoignée. »

« Sholoor-Neelgherry, 12 décembre 1871, 10 heures du matin.

» Je viens d'observer l'éclipse, il y a quelques instants seulement, par un ciel admirable, et, encore sous l'émotion causée par le splendide phénomène dont je viens d'être témoin, je vous adresse quelques lignes par le courrier de Bombay, qui part à l'instant.

» Le résultat de mes observations à Sholoor indique, sans aucun doute, l'origine solaire de la Couronne et l'existence de matières au delà de la chromosphère.

» J'aurai l'honneur d'envoyer à l'Académie une relation détaillée de ces observations. »

M. Faye a reçu, de son côté, une Lettre de M. Janssen, dont il lit à l'Académie les passages suivants :

« Sholoor-Neelgherry, 12 décembre 1871, $10^h 30^m$ du matin.

» Vous avez mille fois raison, je viens de voir la Couronne, comme il m'avait été impossible de le faire en 1868, où j'étais tout au spectre des protubérances. Rien de plus beau, de plus lumineux, avec des formes spéciales qui excluent toute possibilité d'une origine atmosphérique terrestre.

» Le spectre contient une raie verte brillante très-remarquable, déjà signalée; il n'est pas continu comme on l'a avancé, et j'y ai trouvé des indices des raies obscures du spectre solaire (D notamment).

» J'enverrai une relation plus détaillée à l'Académie.

» Je crois tranchée la question de savoir si la Couronne est due à l'atmosphère terrestre, et nous avons devant nous la perspective de l'étude des régions extra-solaires, qui sera bien intéressante et féconde. »

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur les oxychlorures de silicium.* Note de MM. L. Troost et P. Hautefeuille, présentée par M. H. Sainte-Deville.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 28 août dernier, nous avons établi que sous l'influence de la chaleur l'oxygène peut déplacer une partie du chlore du bichlorure de silicium et donner naissance à une nombreuse série d'oxychlorures dont nous avons indiqué la composition et les principales propriétés physiques. Nous commençons aujourd'hui la publication de leurs propriétés chimiques.

» Toutes les fois qu'on distille à feu nu les oxychlorures de silicium, on constate que vers la fin de l'opération il se produit des fumées épaisses indiquant un commencement d'altération sous l'influence de la chaleur. Ces fumées apparaissent déjà, bien qu'en très-faible quantité, à une température peu supérieure à 440 degrés. Elles deviennent très-abondantes au rouge sombre.

» Pour étudier à cette température l'action de la chaleur sur les oxychlorures, nous faisons passer leur vapeur dans un tube de verre rempli de fragments de porcelaine et chauffé à l'aide d'une grille à gaz. L'expérience donne des résultats analogues quel que soit l'oxychlorure employé. Nous

indiquerons seulement ici ce qui se passe avec l'oxychlorure (1) $Si^4O^2Cl^6$, qui est celui que l'on recueille en plus grande quantité dans les expériences décrites dans notre Mémoire.

» Les vapeurs qui ont traversé le tube de verre chauffé se condensent à l'extrémité de l'appareil dans un mélange réfrigérant et fournissent un liquide dont le poids est identique à celui de l'oxychlorure employé; il ne s'est dégagé ni oxygène ni chlore, et cependant le liquide obtenu diffère notablement du liquide primitif. En effet, ce dernier bouillait de 136 à 139 degrés, tandis que le liquide nouveau entre en ébullition à 59 degrés. Le premier produit que l'on recueille est du bichlorure de silicium régénéré dans l'action de la chaleur sur l'oxychlorure. On obtient ensuite une certaine quantité du composé primitif qui a échappé à l'action de la chaleur. Enfin, le tiers environ du liquide ne distille qu'au-dessus de 150 degrés, il est formé des oxychlorures $Si^4O^3Cl^5$, $Si^8O^8Cl^8$, $Si^{16}O^{20}Cl^{12}$, etc., dont nous avons fait connaître la composition et les formules. L'oxychlorure s'est donc décomposé sous l'influence de la chaleur en donnant des oxychlorures plus oxygénés et plus condensés, en même temps qu'il régénérait du bichlorure de silicium. Les nombres suivants représentent la moyenne d'une série d'opérations effectuées au rouge sombre:

| | gr. |
|---|---|
| Bichlorure régénéré | 16,200 |
| Oxychlorure non transformé | 8,000 |
| » $Si^4O^3Cl^5$ | 4,400 |
| » $Si^8O^8Cl^8$ | 7,000 |
| » $Si^{16}O^{20}Cl^{12}$ | 0,800 |
| » $Si^{4n}O^{6n}Cl^{2n}$ | 1,000 |
| Perte dans les distillations fractionnées | 1,100 |
| Oxychlorure employé | 38,500 |

» Les proportions de ces diverses matières dans le produit brut de l'opération changent suivant la température et la rapidité avec laquelle les vapeurs traversent l'espace chauffé; ainsi dans une expérience où l'action de la chaleur a été plus prolongée, nous avons pu transformer presque tout l'oxychlorure $Si^4O^2Cl^6$ primitif et la plus grande partie de l'oxychlorure $Si^4O^3Cl^5$.

» Ces réactions s'accomplissent à une température à laquelle l'oxygène ne déplace pas sensiblement le chlore du bichlorure de silicium. Elles nous

(1) Obtenu par MM. Friedel et Ladenburg (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 539).

montrent que si, en faisant passer de l'oxygène avec du bichlorure de silicium dans un tube de porcelaine chauffé à 1200 degrés environ, nous avons obtenu toute la série des oxychlorures, cela tient à ce que, indépendamment de l'action directe de l'oxygène déplaçant une partie du chlore du bichlorure, il y a des réactions secondaires résultant de la décomposition des oxychlorures sous l'influence de la chaleur dans les diverses parties du tube chauffé.

» En cherchant à comparer les résultats de nos expériences aux faits déjà connus et constatés dans la science, nous n'avons rien trouvé de plus analogue à ces transformations de nos oxychlorures avec condensation progressive, que la série des phénomènes remarquables dans lesquels M. Berthelot, partant de l'acétylène, arrive par la simple action de la chaleur à produire des hydrogènes carbonés des condensations les plus variées. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Note sur les prétendues transformations des bactéries et des Mucédinées en levûres alcooliques; par* **M. J.-C. DE SEYNES.** (Extrait d'une Lettre à M. Pasteur.)

« Depuis six ans je cultive des bactéries des levûres, des *Mucor*, des *Penicillium* et autres Mucédinées, sans jamais avoir surpris les transformations annoncées par M. Hallier (d'Iéna) et admises en partie par M. Trécul. En présence des affirmations du savant français, dont tout le monde connaît la haute valeur, mon premier mouvement m'eût porté à croire que j'avais mal expérimenté et mal étudié, mais je n'ai pu oublier qu'un observateur de premier ordre, qui ne saurait être suspect en matière de fixité générique ou spécifique, M. de Bary, n'avait pas été plus heureux que moi en contrôlant les expériences de ses confrères allemands sur la levûre.

» Lorsqu'on fait germer et végéter des *Penicillium* dans l'eau, il se produit, au bout de quelques temps, des changements notables dans l'aspect du plasma. Ces changements s'observent dans les mycélium submergés et dans les cellules du parenchyme des champignons supérieurs, à un moment qui correspond à la mort du végétal. Le plasma se divise en granulations très-distinctes, à peu près d'égale dimension, et souvent placées à égale distance dans le sens du plus grand axe de la cellule. Ces granulations, semblables aux gouttelettes huileuses du plasma dans son état habituel, ne sont pas surajoutées à ces dernières et n'en sont qu'un mode d'agrégation différent. Quant au passage de ces granulations à l'état de bactérie, je ne l'ai jamais constaté, pas plus que le passage du mycélium à l'état de leptothrix.

» Les nombreuses causes de confusion qui peuvent se présenter, lorsqu'on veut se rendre compte de la filiation annoncée entre les bactéries, les levûres et les *Penicillium* en partant des bactéries, m'ont conduit à essayer de suivre l'ordre inverse. Pour cela, j'ai placé les pellicules bien connues que forme le *Penicillium glaucum* et qui lui ont valu le nom de *crustaceum*, dans des vases à fond plat; elles étaient retenues au fond par des fragments de verre, je les ai recouvertes de solutions sucrées ou de moult de bière bouilli. J'avais soin de prendre des échantillons de *Penicillium* à divers états, soit avant, soit après la fructification, et de les bien laver. Je n'ai jamais vu le mycélium ou les spores se modifier dans le sens de la production d'une cellule de levûre. J'ai observé, il est vrai, des modifications intéressantes au point de vue de la physiologie des *Penicillium*, modifications qui se produisaient aussi dans l'eau ordinaire. J'en ai rendu compte à la Société philomathique.

» Les observations rapportées jusqu'ici au sujet de la production des cellules de levûre par les bactéries sont peu concordantes. Pour M. Trécul, la bactérie s'enfle et se transforme isolément. Pour M. Béchamp, les bactéries ou les microzymas s'associent pour former une cellule; ce sont « les travail» leuses chargées de tisser les cellules (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 877) ». Cette théorie n'est pas nouvelle, M. Pineau l'a défendue en 1845, par des observations insérées dans les *Annales des Sciences naturelles* (*Zoologie*, 3e série, t. III, p. 187 à 189; *Pl. IV^bis*, *fig.* 21 à 27); il m'est difficile de ne pas attribuer ces observations au parasitisme des bactéries, dont j'ai parlé à la fin d'une Note insérée dans le *Compte rendu* du 11 décembre dernier; les figures de M. Pineau, dessinées d'ailleurs avec un trop faible grossissement, ne sont pas de nature à lever mes doutes.

» Je ne me fais pas illusion sur la valeur des preuves négatives; elles ne peuvent avoir d'autre prétention que de dissiper certaines causes d'erreur. Il est indispensable d'apporter la constatation d'un cycle de végétation bien défini pour tous les microphytes en litige. C'est à quoi ont aussi tendu mes efforts; après avoir reconnu, comme M. Trécul, et par d'autres procédés, la filiation de la levûre et des mycodermes (voy. *Bull. de la Soc. bot.*, t. XV, p. 179), après avoir observé un mode de reproduction intracellulaire des mycodermes (*Comptes rendus*, 13 juillet 1868), j'ai vu depuis lors une forme de reproduction aérienne des mycodermes. Je ne veux en donner la description qu'après l'avoir observée un plus grand nombre de fois; tout ce que je puis en dire, c'est qu'elle n'a aucun rapport ni avec les *Penicillium*, ni avec les *Mucor*, ni avec aucun des genres auxquels on a jusqu'ici rattaché les levûres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le développement des ferments alcooliques et autres, dans des milieux fermentescibles, sans l'intervention directe des substances albuminoïdes; par* **M. F. Béchamp.**

« M. Liebig conteste qu'un ferment alcoolique puisse naître dans un milieu sucré, sans l'addition préalable d'une substance protéique. Pourtant rien n'est plus certain.

» Dans un Mémoire publié en 1858 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28), j'ai montré que les moisissures qui se développent dans l'eau sucrée sont la cause immédiate de l'inversion du sucre de canne; que sous leur influence se forme un acide (acétique ou formique, disais-je), qui n'a pas été autrement caractérisé à cette époque. Plus tard (*Revue des Sociétés savantes*, t. VI, p. 136), sur une observation de M. Payen, que ces moisissures ont besoin de certaines substances minérales pour se développer, j'ai répondu qu'elles les empruntaient au verre, puisque l'on savait, depuis Lavoisier, que celui-ci était attaqué par l'eau. Les liqueurs sucrées interverties où s'étaient développées les moisissures, et qui dataient de 1855 ou de 1856, ont été de nouveau examinées en 1864. J'ai constaté que, dans toutes, il s'était formé de l'acide acétique et des quantités d'alcool assez notables pour le caractériser par son inflammation et par sa conversion en aldéhyde et en acide acétique.

» Je rapporterai ici quelques-unes des expériences répétées depuis 1863.

» I. Le 13 mai 1863. Sucre de canne, 100 grammes; nitrate de potasse, 20 grammes; eau, 1500 centimètres cubes. Exposé à l'air.

» Le 3 juin, on aperçoit des moisissures; elles n'augmentent guère jusqu'au 15. Ce jour, on constate la formation d'un *mycélium*. Il n'y a que du sucre interverti. Ajouté $0^{gr},7$ de phosphate de chaux récemment porté au rouge sombre.

» Le 10 juin, abondantes moisissures. La réduction du réactif cupropotassique plus abondante. La liqueur n'est pas encore acide.

» Le 21, les moisissures ont singulièrement augmenté. Un dégagement de gaz se manifeste. La liqueur n'est pas acide. Inversion plus avancée.

» Le 22, écume à la surface. La liqueur, loin d'être acide, est alcaline. Adapté un tube pour recueillir les gaz. Constaté un dégagement d'acide carbonique, puis un mélange de cet acide et d'hydrogène.

» Peu à peu, d'alcaline qu'elle était, la liqueur devient acide.

» Le 21 août, le dégagement gazeux ayant totalement cessé, j'ai obtenu :

Alcool rectifié sur le carbonate de soude : 35 centimètres cubes, à 7 degrés centésimaux à la température de 15 degrés.

Sels de soude secs : 18 grammes. Ils ont produit 10 grammes d'acide butyrique et des cristaux caractéristiques d'acétade de soude.

Dans les parties fixes, acide lactique, assez pour faire $1^{gr},5$ de lactate de chaux cristallisé.

Une partie de l'acide nitrique avait été réduit; il y avait de l'ammoniaque, cause de l'alcalinité du début.

» II. Le 22 juin 1863. Sucre de canne : 150 grammes; nitrate de potasse, 20 grammes; phosphate de magnésie, $0^{gr},7$; eau, 800 centimètres cubes. Exposé à l'air.

» Le 1er juillet, les moisissures sont assez abondantes. Réduction énergique du réactif cupropotassique. La liqueur est un peu acide. Adapté un tube de dégagement. Il ne se dégage presque pas de gaz.

» Le 22 août, la liqueur est très-acide. Le 10 septembre, on en retire :

Alcool rectifié sur le carbonate de soude : 45 centimètres cubes à 5 degrés centésimaux, $t = 15^{\circ}$

Acétate de soude cristallisé : 4 grammes.

Pas trace d'acide butyrique.

Il n'y a pas d'ammoniaque; le nitrate de potasse cristallise.

» Les ferments se composent de *mycélium*, de nombreux globules plus ou moins semblables aux ferments du vin, plus petits ou plus gros, et de granulations moléculaires. Pas un vibrion, pas une bactérie.

» III. Le 3 mai 1864. Sucre de canne, 200 grammes; phosphate de soude ordinaire contenant du sulfate, 40 grammes; eau commune de Montpellier, 1500 centimètres cubes. Exposé à l'air, dans un vase à large surface, jusqu'au 7 juin.

» Le 7 juin, liqueur franchement acide; dégagement gazeux insignifiant. Introduit dans un appareil à fermentation. Le dégagement d'acide carbonique, très-lent, se manifeste et continue jusqu'au 23 août. La liqueur est trouvée très-acide, sans odeur alcoolique très-prononcée; elle donne :

Alcool : 140 centimètres cubes à 14 degrés centésimaux, $t = 15^{\circ}$.

Acétate de soude cristallisé : $20^{gr},5$.

Lactate de chaux cristallisé : $9^{gr},5$.

Pas trace d'acide butyrique.

» Les ferments sont formés d'un mycélium abondant, d'une torulacée, de globules de diverses formes, ovales, allongés, très-allongés, plus petits que la levûre de bière, et de granulations. Pas de bactéries.

» IV. Le 24 mai 1864. Sucre de canne, 250 grammes; phosphate de magnésie, 1 gramme; phosphate de chaux, $0^{gr},5$; eau, 1500 centimètres cubes. Exposé à l'air jusqu'au 7 juin, dans un grand cristallisoir.

» Le 7 juin : liqueur très-acide, dégagement de gaz. Introduit dans un appareil à fermentation.

» Le dégagement gazeux devient de plus en plus abondant, comme une fermentation par levûre de bière.

» Le 25 juin, il se dégage encore beaucoup de gaz; acide carbonique pur. Le 17 août, le dégagement a diminué. Le 23, on trouve :

Alcool rectifié sur carbonate de soude, 356 centimètres cubes à 36 degrés centésimaux, $t = 15^{o}$.
Acétate de soude cristallisé, $9^{gr},5$.
Pas trace d'acide butyrique, ni lactique.

» Le ferment est formé de très-petites cellules ovales allongées et de granulations mobiles. Humide et égoutté, il pèse $12^{gr},5$, et sec $3^{gr},02$.

» V. Le 29 août 1864. Sucre, 200 grammes; nitrate de potasse, 40 grammes; eau, 3000 centimètres cubes. Exposé au contact de l'air, dans un vase à large surface et couvert, jusqu'au 10 février 1865. Introduit alors dans un appareil à fermentation avec 3 grammes de phosphate de chaux pur et récent. En ce moment, il n'y a dans le mélange qu'un amas de mycélium mucoreux et de granulations moléculaires. Il se dégagea beaucoup d'acide carbonique dans la suite. Mis fin le 18 septembre 1865.

Alcool rectifié sur carbonate de soude, 100 centimètres cubes à $3^{o},5$ (degrés centésimaux), $t = 15^{o}$.
Acétate de soude cristallisé, $12^{gr},6$.
Un peu d'acide butyrique.
Lactate de chaux cristallisé, $6^{gr},3$.
Matière visqueuse précipitée par l'alcool dans le résidu de la distillation, 40 grammes.

» Une partie du nitrate a été réduite, il y a de l'ammoniaque.

» Les ferments se composent d'un mycélium très-grêle, de très-petites bactéries mobiles et d'une foule de granulations moléculaires. Ferments égouttés, 6 grammes.

» Cette opération est remarquable surtout par la formation de la matière visqueuse. Cette substance, je l'ai obtenue dans d'autres opérations variées. Sa formation est importante, si on la rapproche de l'opération dans laquelle M. Peligot l'a vue se produisant sous l'influence d'un ferment spécial qu'il a décrit.

» VI. Le 26 juillet 1866. Exposé à l'air, dans une grande fiole couverte d'un papier, pour l'y laisser moisir, une solution de 350 grammes de sucre de canne dans 3000 centimètres cubes d'eau de fontaine.

» Le 29 août 1868, on trouve le sucre interverti, la liqueur acide. Les ferments sont composés de microzymas en foule, simples et accouplés deux à deux, trois à trois, et de quelques rares très-petites cellules à contenu granuleux. Il ne se dégageait pas de gaz, du moins d'une manière visible. J'ajoute au mélange :

» Phosphate de magnésie, $0^{gr},7$; sulfate de potasse, $0^{gr},4$, alun de potasse, $0^{gr},3$, et j'adapte un tube pour recueillir les gaz.

» Dès le 31 août, on constate une fermentation vive, le liquide mousse, et par l'agitation il se dégage des masses d'acide carbonique.

» Le 2 septembre et les jours suivants, le gaz est parfaitement absorbable par la potasse. Le 30 mars 1869, dans un cinquième de la masse mis à part le 26 janvier, il n'y a plus une trace de glucose; on y trouve :

Alcool passé sur carbonate de soude, 100 centimètres cubes à 25 degrés centésimaux, $t = 15°$.
Acide acétique, $0^{gr},06$.
Glycérine, $0^{gr},62$.
De la matière visqueuse et un léger résidu acide.

» Les ferments sont de belles cellules, en apparence différentes de la levûre de bière, des filaments de mycélium et des granulations moléculaires. Pas de bactéries.

» VI'. Le 3 avril 1869. Introduit les ferments précédents dans une solution de 70 grammes de sucre faite avec du bouillon de levûre ; bientôt il se dégage de l'acide carbonique, mais lentement.

» Le 20 août, il y a encore un peu de sucre; je distille pourtant, et je trouve :

Alcool passé sur carbonate de soude, 180 centimètres cubes à 15 degrés centésimaux, $t = 15°$.
Acide acétique, $0^{gr},132$.

» Les ferments sont comme au 30 mars. Pas une bactérie. Le bouillon de levûre et le séjour des ferments à l'air n'ont donc rien amené de spécial.

» J'ai publié, aux *Comptes rendus* du 4 juillet 1870, des faits relatifs à la *fermentation carbonique et alcoolique de l'acétate de soude et de l'oxalate d'ammoniaque;* dans ces expériences, des ferments organisés s'étaient développés.

» Des ferments organisés peuvent donc se développer dans des milieux

absolument dépourvus de matières albuminoïdes, et les moisissures, nées des microzymas de l'atmosphère, fonctionnant d'abord comme appareils de synthèse, comparables aux autres végétaux, forment la matière organique de leurs tissus à l'aide des matériaux ambiants dont ils peuvent disposer, et consomment ensuite la matière fermentescible qu'on leur offre, s'ils en sont capables. L'expérience de M. Pasteur, que M. Liebig nie, est donc essentiellement vraie. La levûre ensemencée par M. Pasteur peut se multiplier, et, si des bactéries peuvent se développer dans ses mélanges, la Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie le 23 octobre 1871 (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 443) explique leur apparition. J'ajoute que M. Pasteur ne savait pas alors que les résidus de levûre continssent de l'acide sulfurique; ce fait a été établi par moi dans une Note de la fin de l'année dernière. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'état des corps dans les dissolutions : sels de peroxyde de fer (fin)*; par **M. Berthelot.**

« 1. L'état partiel de décomposition qui caractérise les sels ferriques dissous dans l'eau peut être établi par diverses autres expériences.

» 2. *Action d'un acide sur le sel ferrique correspondant.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $AzO^6fe$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) | + $AzO^6H$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) dégage... | +0,45 | |
| $AzO^6fe$ » | + Aq ($2^{\text{lit}}$) dégage............ | −0,10 | (au 1er moment) |
| $AzO^6H$ » | + Aq ($2^{\text{lit}}$) dégage............ | −0,02 | |

» L'acide azotique et l'azotate ferrique dégagent donc de la chaleur par une réaction propre, indépendante de celle de l'eau, qui dissout les deux corps séparément; et cette réaction répond à un accroissement de combinaison, malgré l'influence inverse exercée par la dilution.

» De même l'acide sulfurique et le sulfate ferrique :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $SO^4fe$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) | + $SO^4H$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) dégage... | +0,46 | |
| $SO^4fe$ » | + Aq ($2^{\text{lit}}$) dégage........... | +0,03 | (au 1er moment) |
| $SO^4H$ » | + Aq ($2^{\text{lit}}$) dégage........... | +0,18. | |

» Le dégagement de chaleur produit par l'acide sulfurique et le sulfate ferrique est d'autant plus remarquable que le même acide absorbe de la chaleur en réagissant sur les sulfates alcalins dissous, de façon à former les bisulfates, observation que je discuterai prochainement.

» Avec l'acide acétique et l'acétate ferrique, le résultat semble nul, soit parce qu'il est compensé par l'effet inverse de la dilution, soit parce que

les transformations de l'acétate ferrique exigent un temps beaucoup plus long que celles de l'azotate et du sulfate, ainsi que je l'ai établi.

» 3. *Action réciproque de deux sels ferriques.* — Le mélange de deux sels ferriques dissous donne lieu à une absorption de chaleur, et cette absorption surpasse de beaucoup les effets thermiques immédiats qui résultent de l'action de la même quantité d'eau sur les deux sels pris isolément, effets qui ne dépassent guère la limite d'erreur des expériences.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $SO^4fe + AzO^6fe$ (1) : | $-0,32$ | $SO^4fe + C^4H^3feO^4$ : | $-0,91$ | $AzO^6fe + C^4H^3feO^4$ : | $-1,08$ |
| $SO^4fe + 5AzO^6fe$ : | $-0,32$ | 1 » +5 » | $-0,77$ | 1 » +5 » | $-1,36$ |
| $5SO^4fe + AzO^6fe$ : | $-0,50$ | 5 » +1 » | $-1,75$ | 5 » +1 » | $-2,00$ |

» Le mélange de deux sels ferriques dissous donne donc lieu à un accroissement de décomposition, lequel est le plus grand possible, quand le sel le moins stable, l'acétate, par exemple, est en présence du plus grand volume de la solution inverse.

» Ce résultat singulier s'explique, je crois, par l'action propre de l'eau qui dissout chacun des sels ferriques sur l'autre sel et spécialement sur l'acétate. En effet, l'acétate ferrique ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$), étendu avec son volume d'eau, absorbe immédiatement $-0,10$ et en quelques semaines $-1^c,55$ en éprouvant une décomposition progressive : ce dernier chiffre surpasse comme valeur absolue $-0,91$ et $-1,08$. Ce même sel, étendu avec 5 volumes d'eau, absorbe en quelques minutes $-1,00$, et en trois semaines, $-3,95$; ce dernier chiffre surpasse $-1,75$ et $-2,00$.

» L'azotate ferrique lui-même, étendu avec 5 volumes d'eau, absorbe, avec le temps, $-0,70$ environ, chiffre bien voisin de $-0,50$.

» Le mélange de deux sels ferriques doit d'ailleurs diminuer un peu l'action décomposante de l'eau sur chacun d'eux, parce que chacune des liqueurs renferme en réalité une certaine proportion d'acide libre, qui tend à restreindre la décomposition de l'autre sel : les chiffres ci-dessus sont conformes à cette déduction.

» 4. Cependant l'explication précédente suppose que l'action décomposante de l'eau se produit immédiatement, en totalité ou à peu près, sur le mélange des deux sels; tandis qu'elle a lieu très-lentement sur les sels isolés, surtout sur l'acétate, d'après mes expériences. J'ai cru nécessaire de vérifier cette supposition, en abandonnant les dissolutions mélangées à elles-mêmes pendant un mois, puis en déterminant la chaleur qu'elles dégagent alors par l'action de la potasse.

---

(1) Tous les sels sont dissous séparément, de façon que 1 équivalent occupe 2 litres.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $(2KO+)SO^4fe + AzO^6fe$ | immédiatement (calculé) | $10,01 + 7,87 + 0,32$ | $= 18^c,20$ |
| » $SO^4fe + AzO^6fe$ | après un mois (trouvé) | » | $= 18,11$ |
| $(2KO+)SO^4fe + C^4H^3feO^4$ | immédiatement (calculé) | $10,01 + 8,87 + 0,91$ | $= 19,79$ |
| » $SO^4fe + C^4H^3feO^4$ | après un mois (trouvé) | » | $= 19,73$ |
| $(2KO+)AzO^6fe + C^4H^3feO^4$ | immédiatement (calculé) | $7,87 + 8,87 + 1,08$ | $= 17,82$ |
| » $AzO^6fe + C^4H^3feO^4$ | après un mois (trouvé) | » | $= 17,84$ |

» Ces chiffres, dont la concordance surpasse ce que j'avais osé espérer, prouvent que l'action de l'eau est immédiate sur les sels mélangés, résultat remarquable, et qui me paraît dû, d'une part, au caractère presque immédiat de l'action de l'eau sur le sulfate et sur l'azotate, opposé à l'action bien plus lente de l'eau sur l'acétate; et, d'autre part, à l'action propre exercée par l'acide libre contenu dans chacune des solutions séparées sur le sel renfermé dans l'autre dissolution. L'acide sulfurique libre contenu dans la solution du sulfate de fer, par exemple, agit aussitôt sur l'acétate de fer, et se sature à ses dépens dans un temps beaucoup plus court que celui nécessaire pour la décomposition propre de l'acétate isolé.

» 5. *Action d'un sel ferrique sur un sel alcalin de même acide.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1° $SO^4fe + SO^4Na$.... | $-0,52$ | $SO^4Na + Aq$........ | $-0,07$ |
| $SO^4fe + SO^4K$..... | $-0,45$ | $SO^4K + Aq$........ | $-0,07$ |
| $5SO^4fe + SO^4K$..... | $-0,78$ | | |
| $SO^4fe + 5SO^4K$.... | $-0,72$ | | |
| $3SO^4fe + SO^4Am$.... | $-0,20$ | $SO^4Am + Aq$....... | $+0,02$ |

» Nous observons encore ici un accroissement de décomposition, dû sans doute à l'action propre de l'eau, qui dissout le sel alcalin. Cette action est immédiate, car :

| | | |
|---|---|---|
| Alun de fer et d'ammoniaque $+ NaO$ | immédiat........... | $+9,87$ |
| » » » | après trois mois ..... | $+9,84$ |

2° Azotate ferrique et azotate de soude : effet immédiat négligeable.

3° $C^4H^3feO^4 + C^4H^3NaO^4$.. $-0,50$ | $C^4H^3NaO^4 + Aq$....... $+0,02$

» La liqueur dépose, au bout de quelque temps, de l'oxyde de fer, rougeâtre et contracté, preuve irrécusable de la décomposition accomplie. Cependant cette décomposition n'atteint pas son terme immédiatement, car la liqueur récemment préparée dégage

| | | |
|---|---|---|
| $+ KO$ (calculé) $+ 8,87 + 0,50$..... | $= 9,37$ | Différence... $+0,54$ |
| $+ KO$, après un mois (trouvé)...... | $9,91$ | |

Cette lenteur de la décomposition en présence de l'acétate de soude, qui

n'introduit aucun acide nouveau et doué d'une action immédiate sur le sel ferrique, est conforme aux considérations précédentes.

» 6. *Action des acides sur les sels ferriques formés par un autre acide.* — Rappelons d'abord les chiffres suivants, tirés de mes expériences personnelles, et qui établissent $N - N_1 > N' - N'_1$, c'est-à-dire la possibilité d'étudier les doubles décompositions des sels dissous :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $SO^4H$ | $+ KO$ dégage | $15,71$ | (vers 27°) |
| $AzO^6H$ | » » | $13,83$ | ( » 22 ) |
| $C^4H^4O^4$ | » » | $13,33$ | ( » 15 ) |
| $SO^4H$ | $+ NaO$ » | $15,87$ | ( » 27 ) |
| $AzO^6H$ | » » | $13,72$ | ( » 22 ) |
| $C^4H^4O^4$ | » » | $13,50$ | ( » 12 ) |
| $SO^4H$ | $+ \frac{1}{3}Fe^2O^3$ dégage | $+5,70$ | ( » 15 ) |
| $AzO^6H$ | » » | $+5,96$ | ( » 15 ) |
| $C^4H^4O^4$ | » » | $+4,46$ | ( » 9 ) |

$$\left\{\begin{array}{ll} SO^4fe + AzO^6H \ldots & +0,29 \\ AzO^6fe + SO^4H \ldots & +0,08 \end{array}\right\} K_1 - K = -0,21. \quad \text{Calculé} \ldots \; -0,26$$

» Il semble que l'acide azotique déplace ici l'acide sulfurique.

$$\left\{\begin{array}{ll} SO^4fe + C^4H^4O^4 \ldots & +0,00 \\ C^4H^3feO^4 + SO^4H \ldots & +1,29 \end{array}\right\} K_1 - K = +1,29. \quad \text{Calculé} \ldots \; +1,24$$

» L'acide sulfurique déplace complétement l'acide acétique.

$$\left\{\begin{array}{ll} AzO^6fe + C^4H^4O^4 \ldots & -0,11 \\ C^4H^3feO^4 + AzO^6H \ldots & +1,41 \end{array}\right\} K_1 - K = +1,52. \quad \text{Calculé} \ldots \; +1,50$$

» L'acide azotique déplace complétement, ou à peu près, l'acide acétique.

» 7. *Doubles décompositions salines.*

$$\left\{\begin{array}{ll} SO^4fe + AzO^6Na \ldots & +0,13 \\ AzO^6fe + SO^4Na \ldots & -1,94 \end{array}\right\} K_1 - K = -2,07. \quad \text{Calculé} \ldots \; -2,41 \; (*)$$

» Ces chiffres indiquent une double décomposition presque totale, avec formation de sulfate de fer et d'azotate de soude. L'acide azotique, qui déplace l'acide sufurique vis-à-vis de l'oxyde ferrique, d'après l'une des expériences ci-dessus, est aussi l'acide qui prend la base la plus forte :

$$\left\{\begin{array}{ll} SO^4fe + C^4H^3NaO^4 \ldots & +0,78 \\ C^4H^3feO^4 + SO^4Na \ldots & -0,48 \end{array}\right\} K_1 - K = -1,26. \quad \text{Calculé} \ldots \; -1,30$$

---

(*) Ce faible écart entre le calcul et l'expérience tient en partie aux erreurs d'expériences et en partie à la différence des températures.

» Double décomposition presque totale, avec formation d'acétate ferrique et de sulfate de soude, si l'on tient compte de la chaleur absorbée dans la dilution de l'acétate de fer, et si l'on admet que cette chaleur est absorbée immédiatement en présence du sulfate de soude dans la même proportion qu'avec l'acétate de soude et l'acétate ferrique (— 0,50).

$$\left\{\begin{array}{ll} AzO^6fe + C^4H^3NaO^4\ldots & +1,15 \\ C^4H^3feO^4 + AzO^6Na\ldots & -0,30 \end{array}\right\} K_1 - K = +0,85. \quad \text{Calculé}\ldots \quad +1,11\ (*)$$

» Double décomposition, presque totale, avec formation d'acétate ferrique et d'azotate de soude, en tenant compte de la remarque précédente.

» En résumé, l'acide fort prend la base forte de préférence, précisément comme avec les sels ammoniacaux, les sels de zinc, de cuivre, de plomb, etc. La force relative des acides est ici définie par leurs déplacements réciproques, attestés par les variations positives ou négatives du thermomètre. »

CHIMIE. — *Recherches chimiques sur un alun complexe, obtenu de l'eau thermo-minérale de la solfatare de Pouzzoles; par* M. S. de Luca.

« Il résulte de mes précédentes recherches, communiquées à l'Académie le 21 février 1870, que dans l'eau thermo-minérale de la solfatare de Pouzzoles il existe non-seulement de l'acide sulfurique libre, mais aussi plusieurs bases, lesquelles étant salifiées par l'acide sulfurique peuvent donner origine à un alun complexe, par la simple concentration de ce liquide et la cristallisation lente.

» Dans les premiers mois de 1870, j'abandonnai à l'évaporation spontanée, dans un lieu tranquille, l'eau de la solfatare, placée dans une capsule en porcelaine, après l'avoir concentrée au dixième de son volume et soigneusement filtrée. La capsule fut couverte avec du papier non collé, pour éviter l'introduction dans l'eau de matières étrangères, ralentir l'évaporation et obtenir ainsi des cristaux nets et bien définis d'alun. Dans le mois de février 1871, c'est-à-dire après un an environ, on a trouvé au fond du liquide de la capsule des cristaux très-nets, dont la forme est celle de l'alun ordinaire, d'après M. Seacchi, professeur de minéralogie à l'Université de cette ville.

» Les réactions chimiques que présentent ces cristaux sont les suivantes: ils dégagent une grande quantité de vapeur d'eau sous l'influence d'une

(*) Même note qu'à la page précédente.

chaleur modérée, tandis que, par une chaleur plus forte, ils éliminent des matières solides sublimables et de l'acide sulfureux; le résidu de la calcination a une couleur brunâtre; dans la solution chlorhydrique de ce résidu, on constate la présence du fer au minimum et au maximum, de la chaux, de la magnésie, de l'alumine, de la potasse, et de quelques traces de soude et de manganèse : les cristaux primitifs, chauffés avec de la potasse caustique, dégagent de l'ammoniaque en abondance, reconnaissable à son odeur caractéristique, à son action sur le papier de tournesol rougi par un acide, et par la production de fumées blanches en présence de l'acide chlorhydrique.

» Dans la solution aqueuse de ces cristaux, on constate la présence de ces mêmes matières salifiées par l'acide sulfurique. Les eaux mères au sein desquelles ces cristaux d'alun se sont déposés contiennent les mêmes substances. Elles sont en effet excessivement acides, elles possèdent une saveur styptique et astringente, précipitent fortement avec le chlorure de baryum et l'ammoniaque, et donnent les réactions des composés de fer, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, de potasse, de soude et de manganèse. Il existe en outre dans ce liquide des traces de chlorures à peine sensibles, une petite quantité de matière organique azotée, et une forte proportion de silice, tenue en dissolution par l'acide sulfurique libre.

» La densité de ces cristaux d'alun, prise dans l'alcool, à la température de 17 degrés du thermomètre centigrade, a été trouvée de 1,774, celle de l'eau étant prise pour unité, dans les mêmes conditions de température.

» La détermination quantitative de ces diverses substances contenues dans les cristaux d'alun sus-mentionnés donnent les nombres suivants :

| | |
|---|---|
| Acide sulfurique | 36,74 |
| Alumine | 6,70 |
| Ammoniaque ($AzH^4O$) | 10,82 |
| Protoxyde de fer | 0,97 |
| Sesquioxyde de fer | 1,10 |
| Chaux | 0,65 |
| Magnésie | 0,30 |
| Potasse | 0,17 |
| Eau | 40,98 |
| Soude, manganèse et perte | 1,57 |
| | 100,00 |

» La quantité d'acide sulfurique est suffisante pour saturer les bases à l'état de protoxyde, ainsi que les sesquioxydes d'aluminium et de fer, constituant ainsi plusieurs sulfates qui produisent, par leur réunion, un alun complexe.

CHIMIE. — *Action de l'iodure plombique sur quelques acétates métalliques.* Note de **M. D. Tommasi.** (Extrait.)

« L'iodure plombique, en réagissant sur les acétates métalliques, donne lieu à diverses réactions, qui varient suivant la nature de l'acétate que l'on a employé. Ces acétates peuvent être divisés à cet égard en trois groupes :

» 1er *groupe.* Acétates qui se combinent à l'iodure plombique. Dans ce groupe il n'y a qu'un seul acétate, c'est celui de *potassium.*

» 2e *groupe.* Acétates qui, en réagissant sur l'iodure plombique, donnent lieu à des phénomènes de double décomposition. *Acétate de cuivre, acétate de mercure.*

» 3e *groupe.* Acétates qui n'agissent vis-à-vis de l'iodure plombique que comme de simples dissolvants. *Acétates de sodium, d'ammonium, de lithium, de calcium, de baryum, de magnésium, de zinc, de manganèse, de fer, de chrome, de cobalt, d'aluminium, d'uranium.* »

CHIMIE. — *Sur l'acide carbonique considéré comme comburant du carbone en présence de l'eau, etc.* Note de **M. Dubrunfaut.**

« On admet généralement que l'acide carbonique des carbonates est réduit par l'hydrogène à une température élevée et que les seuls produits de cette réaction sont de l'oxyde de carbone et de l'eau.

» En procédant à la vérification de ces faits dans les conditions de l'analyse organique, c'est-à-dire dans un tube de verre dur chauffé au rouge et suivi des condenseurs usuels, qui permettent de doser séparément l'eau et l'acide carbonique, nous avons opéré d'abord avec un courant d'hydrogène desséché, que nous avons fait passer sur du carbonate de chaux pur et sec. Nous n'avons nullement été surpris d'obtenir, dans ces conditions, une réduction au moins partielle de l'acide carbonique en carbone et en eau. La même réduction s'opère également bien en faisant circuler un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique sur de la ponce chauffée au rouge.

» L'examen du tube à combustion et des produits prouve : 1° qu'avec un carbonate, l'effet initial est le déplacement de l'acide carbonique opéré par l'eau dissimulée dans l'hydrogène mis en œuvre; 2° que la réaction réductrice n'a lieu que sur les produits à l'état de gaz et dans la seule région du tube chauffée au rouge; 3° que le second terme de la réaction est celui qui est admis et conforme à la formule $CO^2 + H = CO + HO$; 4° enfin,

que l'hydrogène intervenant en proportion suffisante donne

$$CO + H = C + HO,$$

c'est-à-dire la réduction radicale de l'acide carbonique en eau et en carbone. L'eau peut se doser par la pesée du tube à chlorure, et l'acide carbonique qui échappe à la réaction se retrouve dans le condenseur à potasse, avec une partie du carbone réduit, qui y est porté dans un état de division extrême, par le courant gazeux. Une autre partie du carbone se retrouve incrustée dans le verre du tube à combustion, qu'il colore en jaune. Quant à la chaux, elle reste blanche et pure de charbon, ce qui prouve que la réduction n'a pas lieu dans le carbonate.

» On observe dans ces expériences que 0,75 de l'acide carbonique mis en conflit participent à divers degrés à la réduction et que 0,25 se retrouvent assez régulièrement dans le condenseur à potasse (1). Nous croyons devoir ajouter, pour ne rien omettre d'important, que le carbone qu'on obtient dans ces conditions et qu'on retrouve dans l'appareil à potasse y donne un précipité noir et globuleux, qui n'est que du carbone amorphe.

» On admet encore et l'on répète partout sans conteste, depuis Lavoisier et Cruickshanks, qu'en faisant circuler un courant d'acide carbonique sur du charbon chauffé au rouge, on le transforme complétement en oxyde de carbone, et c'est en acceptant cet énoncé comme une vérité, que M. Le Play, aidé de M. Laurent, a conçu une ingénieuse et nouvelle théorie métallurgique, qui a été admise sans difficulté par la science. L'expérience prouve, contradictoirement à l'une des hypothèses admises pour justifier cette théorie, que le carbone n'est pas plus brûlé par l'oxygène de l'acide carbonique pur et sec, qu'il ne l'est par l'oxygène pris dans le même état dans l'oxyde de cuivre, et quand on observe des effets différents, ainsi que cela est arrivé à tous les chimistes qui ont répété cette expérience depuis Lavoisier, c'est que l'eau intervient à un titre et sous une forme quelconque dans la réaction.

» En effet, si l'on chauffe au rouge dans un tube de porcelaine émaillé un mélange de carbonate de chaux et de charbon pur et sec, on n'obtient aucune réaction, et si l'on fait intervenir la vapeur d'eau, la réaction est rapide et complète, c'est-à-dire que tout l'acide du carbonate est transformé en oxyde de carbone et en eau. Les mêmes effets s'observent quand

---

(1) Cela dépend sans doute des conditions expérimentales, c'est-à-dire de l'intensité du courant gazeux, qui, en balayant le tube, entraîne de l'acide carbonique.

on fait circuler un courant d'acide carbonique pur et desséché sur du carbone chauffé au rouge; seulement, dans ce cas, l'eau de l'acide carbonique échappée aux dessiccants donne une légère réaction, qui contraste avec celle qu'on obtient quand on fait intervenir expressément la vapeur d'eau.

» Le rôle de l'eau, dans ces conditions, considérée comme intermédiaire de réaction, s'explique tout simplement par les faits connus, c'est-à-dire qu'elle est, comme dans la combustion effective du carbone dans l'oxygène, transformée préalablement en oxyde de carbone et en hydrogène. Ce dernier gaz réagit à son tour, comme on le sait, sur l'acide carbonique, pour le réduire en oxyde de carbone et en eau.

» Ainsi, dans les réactions métallurgiques étudiées par MM. Le Play et Laurent, il paraît certain que l'oxyde de carbone est l'intermédiaire indispensable de réaction entre le carbone et le minerai. Mais il n'est pas le seul, et il ne peut l'être qu'à la condition de faire intervenir la vapeur d'eau, dont la fonction est toute démontrée par son mode d'agir connu sur le charbon chauffé au rouge.

» Par conséquent, nos expériences et nos observations ne contredisent nullement la théorie de MM. Le Play et Laurent; elles la développent au contraire et la complètent, en éclairant d'un jour nouveau les réactions complexes qui se produisent dans les appareils réducteurs des minerais, et en offrant les moyens de les mieux diriger; elles auront, en outre, une utilité non moins grande pour éclairer beaucoup d'opérations industrielles, et notamment celles qui utilisent la combustion comme moyen de chauffage et d'éclairage.

» Devons-nous faire remarquer que nos observations sur le rôle de l'eau dans les réactions chimiques donnent une explication satisfaisante et inattendue des célèbres expériences de J. Hall sur la fusion du carbonate calcaire sans décomposition chimique. Ce n'est pas comme le supposait ce savant, en chauffant le carbonate calcaire sous pression, conformément à la théorie géologique de Hutton, qu'il a obtenu une fusion sans décomposition; ce n'est pas davantage à l'aide de la théorie du milieu limité, proposée par un illustre savant, que l'on peut expliquer la réussite des expériences de Hall. Qui ne voit, en effet, après avoir admis comme vraies nos expériences et nos observations, que la seule et unique cause de cette réussite se trouve dans la séquestration du carbonate, effectuée de manière à le soustraire radicalement à l'action décomposante de l'eau? Cette explication, pouvait, en quelque sorte, se déduire logiquement des anciennes expé-

riences de Priestley sur la décomposition du carbonate calcaire par la vapeur d'eau à une température inférieure au rouge.

» C'est, en effet, en utilisant cette observation savamment étudiée et développée par M. Jacquelain, que nous avons pu reconnaître la présence de l'eau dans les gaz réputés secs et déterminer la proportion de cette eau telle que nous l'avons fait connaître. Nous avons admis pour cette détermination une hypothèse, qui est justifiée par l'expérience, savoir : que les gaz déplacent, dans le carbonate de chaux chauffé au-dessous du rouge, une quantité d'acide carbonique proportionnelle à l'eau qu'ils retiennent sans concourir eux-mêmes à la réaction.

» C'est ainsi que nous avons pu reconnaître que les gaz permanents, après dessiccation, ne retiennent pas moins de 5 grammes d'eau par mètre cube, et si l'on admet, d'après les expériences précises de M. Regnault, conformes aux observations de Dalton, que la vapeur d'eau prise dans les gaz avec une tension commensurable est radicalement enlevée par les dessiccants, on reconnaîtra que l'eau qui, dans les gaz, résiste aux dessiccants, s'y trouve dans un état tout différent, quoique la science soit impuissante à le définir.

» C'est à des considérations de ce genre qu'est due sans doute l'erreur généralement accréditée sur la puissance des agents chimiques utilisés comme dessiccants. »

**M. le Secrétaire perpétuel**, après avoir donné lecture de cette nouvelle Communication, soumet les observations suivantes à l'Académie :

« Malgré quelques retranchements, la première Note de M. Dubrunfaut ayant suscité des remarques de la part des Membres les plus autorisés de l'Académie, il paraît nécessaire, en acceptant la seconde, de la faire suivre de quelques explications, qui réservent les droits de la science.

» D'après M. Dubrunfaut, il existerait *cinq grammes d'eau par mètre cube de gaz desséché par les moyens énergiques mis en usage dans les recherches les plus récentes;* cette eau, qui aurait échappé aux observateurs, s'y trouverait dans un état nouveau, *que la science serait impuissante à définir :* elle ne posséderait pas de tension appréciable.

» Il appartient à M. Dubrunfaut de démontrer ces propositions.

» Cependant, comme il a fait intervenir dans sa discussion des expériences sur la combustion du diamant, auxquelles mon nom est attaché, et que beaucoup de mes travaux concernant l'air et les gaz reposent sur

la supposition que les gaz que j'ai préparés, employés ou pesés, étaient secs, il m'est permis de faire remarquer que je conserve ma confiance dans les méthodes et les appareils dont j'ai fait usage, et dont les physiciens et les chimistes ont généralement adopté l'emploi.

» Il est vrai que le chlorure de calcium, dont on se servait autrefois comme moyen de dessécher les gaz, y laissait quelques traces de vapeur aqueuse; mais celle-ci demeurait douée de toutes les propriétés connues de l'eau.

» La potasse fondue, l'acide sulfurique bouilli, l'acide phosphorique anhydre, constituent des substances desséchantes qui donnent des gaz secs, c'est-à-dire de l'hydrogène dans lequel le potassium se conserve, de l'azote dans lequel il peut être fondu sans altération, et des gaz quelconques qui peuvent se mêler à l'acide fluoborique sans produire de nuage.

» J'ai fait souvent passer à travers des vases desséchants, renfermant tantôt l'une, tantôt l'autre des substances désignées plus haut, bien des centaines de litres de gaz, sans que les témoins qui précédaient ou qui suivaient les appareils dans lesquels se passait la réaction, objet de mes expériences, eussent varié en poids, non pas d'*un*, de *deux*, de *cinq grammes*, mais d'*un seul milligramme*. M. Dubrunfaut répondra sans doute que ces expériences ne prouvent rien, puisque l'eau qu'il suppose exister dans les gaz secs s'y trouve à un état *indéfinissable* et résiste à l'absorption par les corps les plus avides d'eau ordinaire.

» Mais comment admettre, avec M. Dubrunfaut, que cette eau extraordinaire, après avoir résisté une première fois à l'absorption par l'acide sulfurique concentré, après avoir déterminé ensuite, par son intervention, la combustion du charbon, ait repris si exactement son état primitif, qu'elle demeure tout entière insensible à l'action de l'acide sulfurique, comme auparavant?

» Les expériences par lesquelles ont été déterminés les équivalents du carbone et de l'hydrogène, les analyses de l'air, les densités des gaz et la mesure précise des modifications que leur volume éprouve par les changements de température ou de pression, les lois qui président à la dissociation des corps, en un mot l'ensemble des travaux qui, depuis quarante ans, ont renouvelé les bases de la science, tout serait remis en question par M. Dubrunfaut.

» Or, pour être autorisé à contester des données fournies par l'expérience et acceptées par la confiance générale, non sans vérification ni sans contrôle, suffit-il d'une pure hypothèse, conduisant à admettre l'existence d'une eau abstraite, métaphysique, formée des mêmes éléments que l'eau

concrète qui nous est connue, mais privée de toutes les qualités qui la caractérisent et de tous les pouvoirs de combinaison que l'expérience a constatés dans ce liquide? Je ne le pense pas, et je prie l'Académie de permettre que mon opinion soit consignée dans ses *Comptes rendus.* »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur l'existence de l'amidon dans les testicules;* *par* **M. C. Dareste.**

« J'ai fait connaître, dans de précédentes Communications, l'existence d'une matière comparable à l'amidon dans l'œuf des oiseaux.

» On observe, dans l'œuf des oiseaux, trois générations de granules amylacés. La première apparaît dans l'ovule encore contenu dans l'ovaire; la seconde se forme dans les globules du jaune; la troisième dans les cellules du feuillet muqueux, puis dans celles des appendices de la vésicule ombilicale.

» Je me suis demandé si la formation de la matière fécondante chez les animaux ne s'accompagnerait pas d'une semblable apparition de matière amylacée. L'expérience a pleinement confirmé mes prévisions. Mes études ont principalement porté sur les oiseaux.

» Toutes les fois que j'ai étudié au microscope, et en me servant de la lumière polarisée, les cellules qui tapissent la paroi interne des canaux séminifères, en dehors de l'époque de la reproduction, j'ai toujours constaté, dans l'intérieur des cellules, la présence d'une quantité considérable de granules sphériques ou ovoïdes, qui présentent les phénomènes optiques si caractéristiques de l'amidon.

» On peut également constater, sur ces granules, le fait non moins caractéristique de la coloration en bleu produite par l'iode. Toutefois, je dois ajouter que cette coloration est assez difficile à obtenir, très-probablement par suite de la présence des matières albumineuses ou grasses qui accompagnent la matière amylacée. Il faut un temps plus ou moins long, et des précautions spéciales pour la faire apparaître.

» Ces granules amylacés sont extrêmement petits. Les plus gros que j'ai rencontrés dans mes études mesuraient seulement $0^{mm},005$.

» L'existence de ces granules a été déjà signalée par R. Wagner, dans son travail sur la formation des spermatozoïdes; mais leur nature n'avait pas encore été déterminée.

» Ces grains d'amidon disparaissent lorsque les spermatozoïdes se produisent dans les testicules. On ne les retrouve plus, ou du moins on n'en retrouve plus qu'un très-petit nombre, à l'époque de la reproduction. Il y

a donc une relation manifeste entre la disparition de la matière amylacée et la formation des spermatozoïdes. Mais, jusqu'à présent, je n'ai pu m'expliquer cette relation.

» J'ai également observé la présence de l'amidon animal dans les testicules d'animaux appartenant à d'autres classes. Je ferai connaître ultérieurement les résultats de mes études, sur un fait que j'ai lieu de considérer comme très-général. En attendant, je me contente de rappeler que l'amidon existe dans les grains de pollen, et dans les vésicules qui accompagnent les anthérozoïdes des plantes cryptogames, et dont on doit la découverte à M. Roze. »

BOTANIQUE. — *Sur l'Orme épineux des Chinois* (Hemiptelea Davidii *Planch.*). Note de **M. J.-E. Planchon**, présentée par M. Decaisne (1).

« Un genre de plus dans une famille très-naturelle n'intéresse que médiocrement la science générale, à moins que ce nouveau type ne révèle une structure très-originale, ou n'établisse une transition entre des genres déjà connus. Ce dernier genre d'intérêt recommande à l'attention un arbre de Chine, de la famille des Ulmacées, qui vient combler à divers égards l'intervalle, d'ailleurs très-étroit, maintenu jusqu'à ce jour entre la sous-tribu des Ulmées et celle des Planérées.

» Découvert dans la Mongolie orientale par M. l'abbé Armand David, cet arbre, d'après le savant missionnaire, est appelé par les Chinois d'un nom qu'il traduit par « Orme épineux » ; M. Hance, de son côté, l'a décrit, d'après les échantillons de M. David, sous le nom de *Planera Davidii*. Or la détermination vulgaire des Chinois et la dénomination scientifique de M. Hance traduisent le caractère mixte de ce type, qui, vu de près, se tient presque à distance égale des *Ulmus* à fruits en samare entourés d'une aile circulaire, et des *Zelkova* (*Planera* de l'ancien monde) dont le fruit turgide est dépourvu d'ailes. Chez l'Orme épineux, le fruit présente sur un côté une loge en forme de virgule ou de cornue renversée, dont l'obliquité se retrouve chez le fruit plus ventru des *Zelkova ;* l'autre côté constitue une aile unilatérale répondant à la moitié de l'aile circulaire des *Ulmus*. Par là se justifie le nom d'*Hemiptelea* (demi-Orme) que je propose pour ce nouveau genre, auquel je conserve le nom spécifique de *Davidii*, consacré par M. Hance au voyageur émérite dont les admirables explorations viennent

---

(1) Cette Note avait été présentée dans la séance du 2 janvier.

d'enrichir l'histoire naturelle de tant d'objets nouveaux et d'observations originales.

» Par l'inflorescence axillaire et fasciculée de ses fleurs fertiles, distribuées le long de la partie inférieure des rameaux, l'*Hemiptelea* se rapproche plus des *Ulmus* que des *Zelkova;* par ses rameaux florifères souvent géminés ou fasciculés, par l'aspect et le mode de dentelure de ses feuilles, il tient, au contraire, de plus près aux *Zelkova*, genre dont on trouve les espèces dans l'ancien monde, depuis l'île de Crète jusqu'au Japon, et que représente, dans l'Amérique du Nord, le *Planera aquatica*. Le caractère mixte de l'*Hemiptelea* se retrouve donc dans les organes végétatifs aussi bien que dans les organes reproducteurs, et ce nouveau genre établit la fusion en un seul groupe des Ulmées et des Planérées, fusion qu'on aurait pu prévoir d'ailleurs par ce fait que le *Zelkova* (ou *Planera crenata*), vulgairement dit *Orme du Caucase*, se greffe sur nos Ormes européens.

» Les épines de l'*Hemiptelea* représentent évidemment un état abortif de certains rameaux; tantôt grêles et cylindriques, d'autres fois fortes, robustes, légèrement renflées en fuseau, elles peuvent dépasser en longueur les rameaux à fleurs qui se groupent à leur aisselle ou sur leurs côtés; parfois on en voit, sur le même point, deux de dimension très-inégale; d'autres fois, elles manquent absolument, et l'arbre, selon l'observation de M. l'abbé David, se présente à l'état inerme. En tout cas, le caractère de spinescence est tout à fait insolite dans la tribu des Ulmidées ou Ulmacées proprement dites.

» Des détails purement descriptifs seraient ici hors de leur place; on les trouvera prochainement dans le volume du *Prodromus* de De Candolle, pour lequel je rédige en ce moment la Revue monographique des Ulmacées. »

GÉOLOGIE. — *Observations à propos de deux Notes de* M. Cayrol *sur le terrain crétacé inférieur de la Clape et des Corbières.* Note de **M. H. Magnan**, présentée par M. Daubrée (1).

« De deux Notes sur le terrain crétacé inférieur de la Clape et des Corbières, insérées dans les *Comptes rendus* (2), il ressort que M. Cayrol croit: 1° que les couches à Orbitolines, *Plicatula placunæa* et *Ostrea aquila* reposent *directement* sur le terrain jurassique; 2° que les calcaires à Caprotines n'apparaissent qu'à un seul niveau (entre deux zones à Orbitolines); 3° que

(1) Cette Note avait été présentée dans la séance du 2 janvier.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 51 et 1111.

l'étage du gault (albien), qui est très-developpé dans les Corbières, ainsi que je l'ai prouvé, n'existe pas à la Clape.

» Ces opinions étant opposées aux miennes (1), on me permettra de présenter ici quelques observations.

» Je rappellerai, tout d'abord, que les coupes graphiques que j'ai publiées sur le sujet et les détails dans lesquels je suis entré démontrent :

» 1° Que la base du terrain de craie, dans les Corbières et dans les Pyrénées, est formée par le calcaire à Caprotines du néocomien proprement dit, qui reposent *directement* et en *concordance* sur les couches de l'oolithe.

» 2° Que les Caprotines se retrouvent dans les calcaires de l'aptien à Orbitolines et *Ostrea aquila*, ainsi que dans les calcaires bréchoïdes de l'albien.

» Pour prêter un appui à sa manière de voir, M. Cayrol invoque des failles que je n'aurais pas aperçues. On me permettra de dire que je suis familiarisé avec ces sortes d'accidents, et il paraîtra peut-être surprenant qu'ayant étudié d'une manière spéciale les grandes failles des Pyrénées et des Corbières, je n'aie jamais reconnu celles qui accidentent le terrain crétacé inférieur des mêmes régions.

» J'ajouterai ensuite que ce ne sont pas seulement les coupes des Corbières, de l'Ariége et de la Haute-Garonne qui m'ont convaincu que le terrain de craie est composé ainsi que je l'ai dit. Cette conviction, je l'ai acquise en explorant pas à pas la chaîne des Pyrénées françaises. Les géologues seront d'ailleurs édifiés sous peu à ce propos : dans un *Mémoire sur la partie inférieure du terrain de craie (néocomien, aptien, albien) des Pyrénées françaises et des Corbières*, Mémoire qui a été communiqué de ma part à la *Société géologique de France*, par M. le Dr Garrigou, le 4 décembre dernier, je donne 550 kilomètres de coupes graphiques, relevées à travers des montagnes, qui feront voir les relations des étages en discussion.

» Ces coupes montreront aussi, pour parler de la Clape dont s'est occupé plus spécialement M. Cayrol, que l'albien, contrairement à l'opinion de cet observateur, est représenté dans ce massif par des couches de grès qui contiennent le *Belemnites minimus* et des fragments d'une lumachelle caracté-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1209. — *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXV, tableau de la page 709. — *Comptes rendus*, t. LXX, p. 694. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, t. IV, p. 34.

ristique de l'étage en question, grès dans lesquels ont été recueillis, près de Salles, la *Trigonia Fittoni* et non la *Trigonia scabra*, ainsi que certaines Ammonites voisines des *A. Milletianus* et *splendens*. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les types de transition parmi les météorites; par* **M. Stan. Meunier.**

« Un des traits caractéristiques des roches terrestres consiste certainement dans les transitions insensibles qui relient les divers types entre eux. Si, comme il résulte déjà pour moi de divers ordres d'épreuves, les météorites dérivent d'un même gisement originel, où elles occupaient les unes vis-à-vis des autres des positions analogues à celles que présentent les masses terrestres, on doit s'attendre à rencontrer parmi elles, comme chez ces dernières, de nombreux types de transition. C'est, en effet, ce qui a lieu, et je demande à l'Académie la permission de lui en citer quelques-uns parmi les plus nets.

» Je laisse de côté, bien entendu, les nombreuses masses désignées sous les noms ambigus de *lithosidérites*, de *mésosidérites*, de *sidérolithes*, etc., et qui peuvent être considérées comme des intermédiaires, d'ailleurs très-grossiers, entre les fers et les pierres. Il ne s'agit ici que de transitions ménagées entre des types bien nettement définis et au moyen de masses également bien caractérisées.

» 1° *Transition entre la lucéite et la montréjite.* — On sait que ces deux roches, représentées chacune par un grand nombre de chutes, offrent la même composition et diffèrent profondément par la structure. La première est finement grenue, à la manière de certains trachytes à grains fins, comme la domite; l'autre est entièrement oolithique. Or la chute observée le 8 mai 1829, à Forsyth, en Géorgie, a fourni des échantillons qui pourraient presque également être placés dans l'un ou dans l'autre type : c'est de la lucéite contenant quelques globules inégalement répartis. L'échantillon catalogué au Muséum sous le numéro 2Q.269, et provenant de M. Shepard, est particulièrement net à cet égard. L'inégale répartition des globules amène ce résultat, que les petits échantillons peuvent différer entre eux au point d'appartenir à des types distincts. Ainsi l'échantillon 2Q.161 ne contenant point du tout de globules, est nettement formé de lucéite.

» 2° *Transition entre la mesminite et la canellite.* — Ces roches sont des brèches. Elles ont pour élément commun la limeryckite, qui leur sert de base. La première est formée, en outre, de fragments de lucéite et la seconde

de fragments de montréjite. Ceci posé, la pierre trouvée à Assam, dans l'Inde, en 1846, et dont un échantillon existe au Muséum sous le signe 2 Q. 290, renferme des fragments rigoureusement identiques à la roche de Forsyth, qui vient d'être citée. Cette roche étant, comme on vient de le voir, un intermédiaire entre la lucéite et la montréjite, la pierre d'Assam constitue, par cela même, une transition entre la mesminite et la canellite.

» 3° *Transition entre la montréjite et la limeryckite.* — La communauté de ces deux roches est déjà prouvée, puisqu'on les trouve simultanément dans toutes les pierres du type de Canellas (canellite). Mais il n'en est pas moins intéressant de signaler les caractères ambigus entre ceux qui leur sont respectivement propres, que présente la météorite tombée le 10 octobre 1857, à Ohaba, dans le Siebenbourg, et dont un fragment donné au Muséum par le Musée de Vienne, porte le signe 2 Q. 572. La montréjite et la limeryckite se ressemblent par la structure, qui chez toutes deux est oolithique; mais elles diffèrent par la dureté qui est beaucoup plus grande chez la dernière, et surtout par la nuance qui est foncée et bleuâtre dans la limeryckite, et blanche dans la montréjite.

» 4° *Transition entre la montréjite et la stawoopolite.* — Cette transition m'a déjà arrêté d'une manière indirecte dans un précédent travail, où j'ai montré que la butsurite et la belasite constituent deux termes de passage entre la montréjite et la stawoopolite. Ces roches contiennent, comme la stawoopolite, des globules noirs, mais, comme la montréjite, le ciment qui leur sert de base est blanc.

» 5° *Transition entre l'aumalite et la tadjérite.* — Enfin, on a vu que les nombreuses pierres réunies dans le type de Chantonnay, et que caractérisent leurs masses noires, font le passage entre l'aumalite et la tadjérite.

» *Résumé.* — Ces faits suffisent, je pense, pour montrer que, parmi les météorites, comme chez les roches terrestres, il est très-difficile de définir nettement les types lithologiques, fondus, pour ainsi dire, les uns dans les autres par des transitions insensibles. La conclusion qu'on en tire, d'une communauté de gisements des divers types ainsi relevés par des intermédiaires, est d'ailleurs fortement étayée par les expériences qui permettent de passer artificiellement d'un type à un autre, en reproduisant, chemin faisant, certaines formes de passage qui viennent d'être citées. C'est ainsi qu'en chauffant soit de l'aumalite, soit de la montréjite, on produit, avant la tadjérite ou la stawoopolite, les types de transition désignés sous les noms de *butsurite* et de *chantonnite.* »

M. Coyteux demande et obtient l'autorisation de retirer le Mémoire qu'il a adressé au sujet d'une proposition de Legendre.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 janvier 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année* 1869. Paris, 1871; in-4°.

*Histoire de l'agriculture en Savoie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; par* M. P. Tochon. Chambéry, 1871; in-8°. (Présenté par M. le Baron Thenard.)

*Conservation de la viande et autres substances alimentaires par le froid ou la dessiccation; par* M. Ch. Tellier; 1er fascicule. Paris, 1871; in-8°, avec planches et cartes.

*Biographie d'Aimé Bonpland, compagnon de voyage et collaborateur d'Al. de Humboldt; par* M. Ad. Brunel; 3e édition. Paris, 1871; in-8°.

*Ueber die am Quarze vorkommenden Gesetze regelmassiger Verwachsung mit gekreuzten Hauptaxen; von* Dr G. Jenzsch. Erfurt, 1870; br. in-8°.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. le Président rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *Combes*, Membre de la Section de Mécanique, décédé à Paris le 11 janvier 1872. Les obsèques ont eu lieu samedi dernier, 13 janvier : M. le général Morin et M. Élie de Beaumont ont pris la parole au nom de l'Académie des Sciences et au nom de l'École des Mines. »

CHIMIE. — *Sur la combustion du carbone par l'oxygène; par* M. Dumas.

« Dans deux Mémoires récemment communiqués à l'Académie, M. Dubrunfaut, à qui les applications de la Chimie doivent trop de découvertes sérieuses et profitables pour qu'on puisse laisser ses opinions inaperçues, établit les quatre propositions suivantes : 1° l'acide carbonique n'est pas décomposé par le carbone, sans le concours de la vapeur d'eau; 2° le carbone n'est pas brûlé par l'oxygène sans l'intervention de cette même vapeur; 3° dans 1 mètre cube de gaz, réputé pur et sec, il y a 5 grammes d'eau, c'est-à-dire 5 milligrammes par litre; 4° cette eau existe dans ces gaz supposés secs, sous une forme que la science est impuissante à définir; elle n'a pas de tension appréciable.

» Je laisse de côté, pour le moment, la première de ces propositions. J'examinerai plus tard ce qu'il faut penser de cette impossibilité, attribuée au carbone, de décomposer l'acide carbonique sec à une haute température.

» Je veux seulement examiner aujourd'hui s'il est vrai que le charbon ne brûle dans l'oxygène, supposé sec, qu'avec le concours de l'eau.

» Parmi les variétés connues de charbon, le graphite étant celle qui brûle le plus difficilement, sa combustion mérite la préférence pour la discussion de la question soulevée par M. Dubrunfaut.

» Du graphite naturel, choisi avec soin, a été soumis à l'action de la potasse en fusion, pour le débarrasser de toute matière siliceuse. Lavé ensuite à grande eau, il a été soumis, à plusieurs reprises, à l'action de l'acide chlorhydrique faible et bouillant, jusqu'à ce que la liqueur filtrée fût susceptible de s'évaporer sans résidu sensible. Le graphite avait été recueilli dans un entonnoir garni d'une bourre d'amiante; on l'a retiré lorsqu'il était presque sec, et on l'a introduit dans un tube de verre, en le pressant, portions par portions, entre les deux bouts plans de deux baguettes de verre, de manière à lui donner la forme de petits cylindres de 6 à 7 centimètres de long et de 1 centimètre de diamètre. Le graphite, après ces traitements, pouvait être considéré comme à peu près pur. Cependant, on l'a placé dans une nacelle de porcelaine, et l'on a introduit celle-ci dans un tube également en porcelaine, à travers lequel on a dirigé un courant de chlore desséché par son passage à travers des vases remplis de ponce en grains, imprégnée d'acide sulfurique récemment bouilli. La température du tube de porcelaine ayant été portée au rouge presque blanc, et un courant de chlore lent, mais continu, l'ayant parcouru pendant douze heures, on est autorisé à penser que le graphite devait avoir perdu non-seulement les traces de fer, d'alumine ou de silice qu'il aurait pu contenir, mais aussi toute trace d'eau. Car, si le fer, l'aluminium et le silicium sont, en pareil cas, emportés à l'état de chlorures, il est facile de comprendre que l'eau, en présence du charbon, qui peut former de l'oxyde de carbone avec son oxygène et du chlore, si disposé à convertir son hydrogène en acide chlorhydrique, ne saurait résister, alors même qu'une chaleur rouge intense serait incapable de l'expulser des pores du graphite et de la chasser sous forme de vapeur.

» La nacelle, encore incandescente, a été retirée du tube de porcelaine. Le cylindre de graphite a été versé dans une autre nacelle en platine chauffée au rouge et le tout a été introduit dans un tube de verre qu'on a fermé immédiatement par une calotte munie d'un robinet. On a fait le vide dans

ce petit appareil et on l'a porté sur la balance. Après refroidissement complet et l'équilibre étant devenu stable, on a retiré la nacelle de platine avec le graphite, et l'on a introduit le tout dans le tube de porcelaine où devait s'opérer la combustion au moyen de l'oxygène.

» Le gaz oxygène était fourni par un flacon à déplacement. Il était dirigé dans des condenseurs à potasse, destinés à le priver des moindres traces d'acide carbonique, suivis de condenseurs à acide sulfurique, destinés à le débarrasser de toute l'eau appréciable que son passage à travers le dernier condenseur plein de fragments menus de potasse récemment fondue aurait pu y laisser encore. Un témoin A renfermant de la pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique précédait le tube à combustion et devait servir à constater l'état hygrométrique du gaz, au moment où il y pénétrait.

» On a fait passer dans l'appareil, lentement, plus de 50 litres de gaz oxygène. Le témoin A, l'expérience terminée, n'ayant pas varié de poids; *l'oxygène était sec.*

» Le tube en porcelaine où s'opérait la combustion du graphite était suivi d'un autre tube renfermant de l'oxyde de cuivre, destiné à convertir en acide carbonique les moindres traces de l'oxyde de carbone qu'une combustion imparfaite aurait pu produire. Ce tube était chauffé au rouge naissant. Il était suivi d'un témoin B contenant de la ponce imprégnée d'acide sulfurique, destinée à arrêter l'eau dont le gaz aurait pu se charger en passant. Venaient ensuite les condenseurs à potasse, chargés de recevoir l'acide carbonique provenant de la combustion.

» Dans ces sortes d'expériences, l'oxyde de cuivre, quelque soin qu'on ait pris dans la disposition ou le maniement de l'appareil, abandonne toujours un peu d'eau hygrométrique; il en est de même des quatre jointures en caoutchouc qui lient entre eux le tube de porcelaine et le tube à oxyde de cuivre et ceux-ci au reste de l'appareil. On trouve habituellement que le témoin destiné à retenir cette eau a augmenté de poids de quelques milligrammes.

» Dans l'expérience qui nous occupe, cette augmentation avait été de 7 milligrammes.

» Ainsi desséchés, les gaz traversent les condenseurs à potasse liquide, où l'acide carbonique s'arrête; les condenseurs à potasse solide, et les condenseurs à acide sulfurique qui retiennent l'eau empruntée à la potasse liquide; enfin, un dernier témoin C contenant de la pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique.

» Ce dernier témoin avait gagné 1 milligramme. *L'excès d'oxygène était sec.*

» Ainsi, le premier et le dernier témoin n'avaient pas varié de poids, car on peut considérer une variation de 1 milligramme comme insignifiante.

» A l'égard du témoin B, j'ai toujours admis que la surcharge qu'il éprouve généralement était due aux causes très-naturelles indiquées plus haut, et j'examinerai plus loin s'il y a lieu de modifier cette opinion.

» L'expérience avait donné les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Poids de la nacelle de platine et du graphite avant la combustion.. | gr 9,688 |
| Poids de la nacelle après la combustion, y compris 0,02 de cendres blanches consistant en filaments d'asbeste mêlés au graphite..... | 2,6245 |
| Acide carbonique obtenu.................................... | 25,873 |
| Graphite réel brûlé........................................ | 7,0635 |
| Oxygène consommé.......................................... | 18,8095 |

» *Tout le charbon avait brûlé.*

» En tenant compte des circonstances de température et de pression, qui avaient varié pendant la durée de l'expérience de 9°,6 à 6°,9 et de $0^m,767$ à $0^m,764$, on peut voir qu'il avait été produit, en nombres ronds, 13 litres d'acide carbonique, représentant un volume égal d'oxygène, c'est-à-dire 13 litres.

» En supposant, ce qui ne sera admis par aucun des chimistes ou des physiciens qui ont eu l'occasion d'effectuer de telles manipulations, que les tubes et les jointures n'eussent rien fourni au témoin B, les $0^m,007$ qu'il avait gagnés en poids ne pourraient pas représenter du moins l'eau existant, selon M. Dubrunfaut, dans ces 13 litres de gaz oxygène convertis en acide carbonique, et qu'il estime à 65 milligrammes.

» Si ce n'est pas là que se trouvent ces 65 milligrammes d'eau, *changeant d'état*, ils auraient été arrêtés avec l'acide carbonique, au moment de la condensation de ce gaz par la potasse. Le poids de celui-ci s'en serait trouvé augmenté de 65 milligrammes, qu'il faudrait soustraire en conséquence du poids apparent de l'acide carbonique obtenu.

» En cherchant, d'après le poids du graphite brûlé $7^{gr},0635$, et de l'oxygène exigé pour sa combustion $18^{gr},8095$, quel est le poids de l'équivalent du carbone, on trouve

$$6^{gr},008,$$

c'est-à-dire l'équivalent qui résulte de toutes les expériences et de toutes les vérifications effectuées depuis trente ans, par l'étude des rapports du carbone à l'oxygène, ou par ceux du carbone avec les autres substances élémentaires. *L'acide carbonique formé était donc sec.*

» Supposons, en effet, que les 65 milligrammes d'eau qui auraient été contenus dans les 13 litres de gaz absorbés aient été comptés comme acide carbonique, et qu'on réduise le poids de celui-ci d'une quantité égale, on aura obtenu seulement $25^{gr},808$ d'acide carbonique, constitués par $7^{gr},0635$ de graphite et $18^{gr},7445$ d'oxygène. L'équivalent du carbone remontera alors à

6,031,

*chiffre incompatible* avec toutes les expériences effectuées en vue de déterminer ce nombre, l'un des plus nécessaires à connaître exactement parmi les données fondamentales de la chimie de précision.

» Dans l'expérience que je viens de décrire, on a fait usage, comme matière absorbante et desséchante, de l'acide sulfurique concentré et récemment bouilli. On avait pour cela un motif : les expériences précédentes qu'on avait en vue de contrôler avaient été effectuées dans ces conditions.

» J'ai fait voir depuis longtemps :

» 1° Que le chlorure de calcium est un dessiccant insuffisant et imparfait;

» 2° Que la potasse fondue et pétrie avec de la chaux vive constitue un dessiccant poreux d'une grande efficacité;

» 3° Que l'acide sulfurique concentré imbibé dans la terre ponce donne des résultats toujours satisfaisants;

» 4° Que l'acide phosphorique anhydre constitue le dessiccant le plus absolu que nous connaissions.

» Toutes les fois que l'acide phosphorique anhydre peut être employé, il n'y a pas lieu d'hésiter à lui donner la préférence. Cependant, sa préparation et son maniement sont difficiles, et le rendent bien moins commode que l'acide sulfurique.

» Mais il ne faut jamais négliger de mettre la masse et la surface des dessiccants en rapport, soit avec le volume des gaz, soit avec la quantité d'eau qu'il s'agit de condenser, de telle sorte que les gaz rencontrent, à la sortie des appareils, des dessiccants absolument intacts et n'ayant rien absorbé qui ait pu affaiblir leur action. Il n'est pas moins nécessaire que la marche des gaz soit très-lente, et que leur contact avec les dessiccants très-divisés soit convenablement prolongé.

» Les gaz desséchés par ces procédés sont-ils absolument privés d'eau? Je me garderai de l'affirmer, si l'on entend parler de quantités inappréciables à nos sens et à nos instruments. Il n'y a rien d'absolu dans le

monde matériel, sans doute; mais, sans multiplier davantage les preuves que je pourrais réunir à l'appui de ma conclusion, je me crois autorisé à répéter que les expériences propres à faire connaître l'existence de l'eau dans les gaz réputés secs n'en accusent pas des quantités appréciables, soit à la balance, soit au moyen des réactions propres à l'eau considérée en masse, soit au moyen de celles qui caractérisent ses éléments : hydrogène et oxygène. »

M. Chevreul, après la lecture du Mémoire de M. Dumas, demande la parole et s'exprime ainsi :

« C'est avec une véritable satisfaction que je viens d'entendre le Mémoire de M. Dumas. Il lui appartenait, plus qu'à personne, de revenir sur un sujet qu'il avait traité autrefois si heureusement avec son élève M. Stas. En effet, l'histoire de la science n'oubliera jamais que ce travail fixa définitivement le poids de l'atome de carbone à 75, celui de l'oxygène étant représenté par 100.

» Or l'importance de cette détermination n'est-elle pas incontestable, lorsque nous voyons le rôle du carbone dans la nature minérale, et surtout dans la nature organique?

» Dans la première, le carbone oxygéné, l'acide carbonique existe à l'état salin dans tous les terrains; le sous-carbonate de chaux forme des montagnes et de vastes plateaux; l'acide carbonique uni à l'eau est un puissant agent de la nature : il compte encore parmi les principes de l'atmosphère. A l'état de diamant, le carbone représente la valeur la plus chère des produits naturels.

» Dans la nature organique, le carbone se présente, comme élément des êtres organisés sous deux aspects différents :

» 1° *Sous l'aspect des corps qui ont vécu* et dont les débris forment des terrains entiers où, s'il n'est pas libre de toute combinaison, il prédomine dans des composés où il est uni à l'hydrogène et souvent à de faibles quantités d'oxygène et d'azote;

» 2° *Sous l'aspect des corps vivants*, son importance devient immense, *suprême*, si cette expression est permise.

» Effectivement, avant tout, c'est à la fixation du carbone dans l'intérieur de la plante que se trouve le *premier fait connu* d'un composé saturé d'oxygène, l'acide carbonique, qui, sous l'influence solaire et de certains corps avec lesquels il se trouve en contact, abandonne son oxygène, lequel, se dégageant dans l'atmosphère, remplace celui qui disparaît incessamment à

la surface de la terre et des eaux, et présente ainsi aux animaux une atmosphère convenable et indispensable à leur existence. Le carbone de l'acide carbonique se fixe dans la plante, en s'unissant en même temps à cinq corps au plus pour constituer les principes immédiats des êtres vivants qui sont avec excès de combustible. Les animaux, du moins les animaux supérieurs, étant incapables d'organiser la matière brute, ne vivraient pas s'ils ne trouvaient immédiatement ou médiatement leurs aliments dans les plantes. Enfin, les principes immédiats des êtres vivants, les plus nombreux, comme les plus variés dans leurs propriétés, renferment le carbone dans des proportions plus ou moins fortes.

» Si l'on considère les progrès de la chimie organique, en tenant compte de l'influence exercée par l'analyse élémentaire des principes immédiats qui constituent les plantes et les animaux, on sentira les inconvénients des propositions rappelées par M. Dumas au commencement de son Mémoire, puisqu'elles portent la perturbation dans des parties des sciences physico-chimiques que des savants qui les cultivent avec le plus de succès regardent comme hors de toute contestation. Que ces propositions eussent été énoncées par un inconnu, elles auraient passé inaperçues sans doute; mais émises à deux reprises par M. Dubrunfaut, dont un Mémoire extrêmement remarquable sur la théorie du *maltage* fut avec raison couronné par la Société centrale d'Agriculture en 1823, elles constituaient un fait assez grave à mon sens pour qu'une autorité comme celle de notre Secrétaire perpétuel en fît un examen sérieux comme celui dont l'Académie vient d'entendre la lecture, et c'est au nom de la science que je l'en remercie.

» Tout en reconnaissant le premier que la méthode, aussi bien que la logique la plus sévère, n'ont jamais fait faire une grande découverte, une *découverte vraiment originale*, je ne puis séparer cependant la méthode de la véritable science, surtout quand elle est expérimentale.

» Quel est le fondement de toute science du domaine de la philosophie naturelle? c'est la DÉMONSTRATION *de ses propositions*, qui seule donne le caractère positif propre à distinguer la science de l'hypothèse.

» Quelle est la conséquence de la méthode? c'est la liberté des recherches.

» Mais cette liberté n'est point absolue, elle impose à celui qui en profite le devoir de démontrer ce qu'il croit *erroné*, et ne lui permet pas de jeter des doutes, sans les appuyer d'aucune preuve sur ce qu'on admet généralement comme vrai.

» Le doute sur un sujet du ressort de la science expérimentale ne doit être qu'un état passager dans l'esprit du savant qui l'a conçu; son devoir

lui impose donc la tâche de rechercher s'il est fondé ou non ; car le doute permanent en toutes choses est la négation du progrès.

» Comment appliquer cette manière de voir à la recherche de la vérité dans les sciences du domaine de la philosophie expérimentale ?

» D'une manière fort simple :

» Donner des *faits précis,* soit qu'ils résultent de la seule observation ou de l'observation et de l'expérience ;

» Et si ces *faits précis* donnent lieu à une interprétation théorique, la méthode exige que l'interprétation *soit démontrée vraie* par des observations, et des expériences quand elles sont possibles.

» Voilà, à mon sens, comment les savants donnent des *résultats positifs* à la science qu'ils cultivent.

» Mais leurs publications doivent-elles être bornées à ces *résultats positifs ?*

» Je ne le pense pas.

» Il est de l'essence de l'esprit humain et de sa curiosité pour connaître ce qui est caché, qu'après une découverte faite, il s'élance au delà de la ligne où la certitude finit, animé du désir de voir des objets qui, jusque-là, lui avaient été cachés. Mais s'il fait part en public de ces nouvelles vues, il les donnera comme des probabilités, comme de simples conjectures et avec l'intention formelle de les distinguer explicitement de ce qu'il considère comme démontré.

» Avant de publier quoi que ce soit sur un sujet fondamental dont l'exactitude est reconnue du monde savant, tout homme sérieux, alliant le respect de sa personne à celui du public, doit avoir la certitude de l'erreur qu'il croit devoir relever, et, en outre, en apprécier rigoureusement l'importance, car rien ne nuit plus à l'esprit du savant, dans l'esprit du véritable juge, que l'exagération de remarques qui, sans manquer de justesse, sont en définitive minutieuses, surtout quand on a égard au temps où les travaux objets de la critique furent exécutés ; il y a plus, c'est qu'en tenant compte des temps et de l'état des instruments de précision dont on pouvait disposer à une époque déjà ancienne, une réflexion approfondie peut même changer équitablement la critique en éloge, surtout si un examen réfléchi conduit à reconnaître que, dans plus d'un travail contemporain réputé exact, l'exactitude, en réalité, est le résultat d'erreurs compensées. En définitive, on ne saurait trop se pénétrer de cette vérité, c'est que, dans les recherches élevées et originales, les instruments de précision ne sont jamais supérieurs à l'intelligence et à la rectitude de l'esprit du savant.

» En exposant l'ensemble de ces idées à l'Académie, c'est lui donner la raison des sentiments sympathiques avec lesquels j'ai accueilli la Communication de M. Dumas, dans l'intérêt de la véritable science ! »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des températures très-élevées et sur la température du Soleil; par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Il est fort question, depuis quelque temps, de très-hautes températures à propos de la température du Soleil. On l'évalue à des nombres tellement élevés et si discordants, que je demande à l'Académie de soumettre aux astronomes quelques réflexions sur ce que nous savons de cette question et sur ce que nous ignorons.

» La notion des températures nous est venue de la sensation du chaud et du froid. Après avoir observé que les corps se dilatent en général par la chaleur et se contractent par le froid, on a fait servir les liquides à constater par leur dilatation des différences de températures. Mais on s'est bientôt aperçu que, dans les mêmes circonstances physiques, les thermomètres construits avec des liquides différents ne marquaient pas la même température, et l'on a adopté le thermomètre à air dont on a imaginé que la dilatation devait être uniforme, en faisant une pétition de principe qui n'a pas encore entièrement disparu des traités de physique. Une dilatation uniforme ne peut, en effet, se définir, ni en faisant intervenir la notion des températures qu'il s'agit d'exprimer par les dilatations elles-mêmes, ni en partant de quantités de chaleur qui sont représentées par une fonction continue (1) de la température, ni de la chaleur spécifique qui est la dérivée de cette fonction. Il faut donc avoir recours à une fiction mathématique qu'on soumettra à l'expérience. On admettra que, dans un *gaz parfait,* le travail de la chaleur produit exclusivement de la force vive ou température, et un travail externe ou dilatation. Dans un *gaz parfait,* le volume augmente proportionnellement à l'accroissement de cette cause inconnue qu'on appelle la *chaleur:* la dilatation est uniforme. L'air est à très-peu

(1) Il ne faut pas confondre une formule empirique avec cette fonction continue. On ne peut pas plus différentier une formule empirique en faisant varier un de ses éléments que mener une tangente à une figure polygonale. Mais on peut, sans grande erreur, multiplier par la différentielle de sa variable une formule empirique et l'intégrer entre les limites données par les expériences qui ont servi à la calculer. On a ainsi des aires qui représentent un phénomène déterminé avec l'approximation de l'expérience, si on n'en dépasse pas les limites.

près un gaz parfait : c'est ce qu'on exprime en disant que son coefficient de dilatation et sa chaleur spécifique sont à très-peu près constants et indépendants de la température, et c'est pourquoi on s'en sert en thermométrie.

» En tout cas, cette matière thermométrique doit être soumise à une épreuve, et, si cette épreuve est satisfaisante quand on s'éloigne peu de zéro, on peut dire qu'elle manque totalement à des températures élevées. Je désire faire comprendre qu'en dehors des limites fort restreintes dans lesquelles l'expérience nous enferme, il nous est impossible de nous faire une idée raisonnable des températures exprimées en volumes d'air : et elles ne peuvent être exprimées autrement.

» En effet, si l'air ne manque pas comme matière thermométrique destinée à ces épreuves, ce qui nous manque absolument, ce sont les enveloppes dans lesquelles il faut confiner le gaz. M. Troost et moi, nous avons prouvé que les métaux utilisables en pareil cas deviennent perméables aux gaz à des températures fort peu élevées par rapport à celles dont on parle à propos du Soleil. Les expériences que nous avons publiées sur la perméabilité du platine et du fer, expériences que M. Graham a confirmées et étendues en les répétant sur le palladium, le cuivre et d'autres métaux, nous ont fait rejeter toute enveloppe métallique pour les pyromètres à air. La porcelaine seule convient, et encore faut-il qu'elle soit fabriquée avec des précautions particulières et qu'on apprenne, comme nous avons dû le faire, à en souder la matière au feu du chalumeau à gaz, comme on soude le verre à la lampe d'émailleur. Dans ces conditions, nous avons déterminé que l'air se dilatait jusqu'à accuser une température de 1554 degrés. Mais sait-on si au delà l'air se dilate encore par la chaleur ?

» Je ne connais aucune expérience précise sur ce point, et, comme la porcelaine se ramollit déjà dans les brasiers que nous avions grand'peine à alimenter, je peux dire que, dans l'état actuel de nos connaissances, nul ne peut donner la preuve que l'air se dilate au-dessus de 1554 degrés. Je ne fais cette réflexion et sous cette forme que pour l'opposer aux personnes qui parlent de 10000, 27000 et même de millions de degrés; j'introduis enfin ce point de doute pour satisfaire aux lois de la logique expérimentale, sans penser le moins du monde que, M. Troost et moi, nous ayons atteint les limites de la dilatabilité des gaz par la chaleur, et par conséquent du thermomètre.

» En tout cas, si l'on admet l'hypothèse de la dilatabilité indéfinie des gaz, il faut absolument en accueillir une autre qui, comme elle, s'appuie sur la généralisation d'un fait aujourd'hui bien démontré : la décomposi-

tion progessive et continue, ou la dissociation des corps sous l'influence de la chaleur. Si, au lieu d'air, on prenait pour matière thermométrique la vapeur d'eau ou l'acide carbonique dont les coefficients de dilatation sont vers 2 ou 300 degrés sensiblement égaux au coefficient de l'air, on aurait, par exemple, avec l'acide carbonique, un phénomène perturbateur exerçant une grande influence sur l'exactitude des déterminations pyrométriques. En effet, l'acide carbonique se dissocie d'une manière très-sensible au rouge, et donnerait des températures trop élevées par rapport à l'air (1); car l'acide carbonique, l'eau se décomposent et augmentent de volume par ce fait. Mais qui peut assurer que l'hydrogène lui-même est un corps simple, et qu'à des températures représentées par des millions de degrés il ne serait pas séparé en deux éléments qui se contracteraient au moment où leur combinaison reproduirait l'hydrogène?

» Avant qu'on connût les phénomènes de dissociation, on calculait les températures de combinaison des corps en divisant par le poids et la chaleur spécifique du composé la chaleur de combinaison des éléments. On arrivait ainsi, par des calculs restés longtemps classiques, à des nombres considérables, 6800 degrés par exemple, pour la température de combustion de l'hydrogène. Quand M. Debray et moi, par des procédés pyrométriques sûrs, mais détournés, nous avons fait voir que cette température n'était que de 2500 degrés environ au lieu de 6800 degrés, on aurait dû en conclure seulement que la chaleur spécifique de la vapeur d'eau augmente d'une manière absolument imprévue et dans des proportions extraordinaires avec la température. Heureusement je savais déjà la vraie cause du phénomène, et cette température, relativement si basse, prouvait seulement que l'eau était à moitié dissociée dans la flamme du chalumeau, et que sa tension de dissociation était à peu près la moitié de la tension de l'air ambiant. Voici donc un cas où les calculs, fondés sur les hypothèses les plus admissibles, ont introduit dans la science des nombres démentis aujourd'hui par l'expérience, et cet exemple doit nous rendre prudents dans des évaluations numériques qui s'éloigneraient beaucoup de ce que nous avons expérimenté.

(1) C'est ce que nous avons cru remarquer, M. Troost et moi, dans des expériences que nous avons faites sur le point d'ébullition du zinc, toujours plus élevé avec l'acide carbonique qu'avec l'hydrogène. Nous reprendrons, j'espère, ces déterminations, interrompues par la reconstruction de mon laboratoire et la dispersion de nos appareils, qui en a été la conséquence.

» Mais le vague devient encore plus manifeste quand nous essayons de nous rendre compte de la cause qui préside à la production de ces températures élevées, en comparant des températures mesurées par des dilatations aux quantités de chaleur que développe la combinaison chimique, par exemple la combustion de l'hydrogène à la surface du Soleil. J'adopterai, pour simplifier le langage, et, je dois le dire, pour donner satisfaction à mes préférences, l'hypothèse dans laquelle on admet, comme cause de la chaleur de combinaison, la destruction du mouvement des molécules élémentaires qui se précipitent les unes sur les autres lorsqu'elles s'unissent pour former un corps composé. La manifestation de la force vive dans ce cas peut être constatée de bien des manières : elle communique à l'éther des vibrations dont les vitesses sont très-variables, de telle sorte qu'il en résulte des rayons lumineux, calorifiques, chimiques, etc., dont les longueurs d'onde sont extrêmement différentes entre elles. Une seule catégorie de ces rayons (les rayons calorifiques) pouvant modifier le volume de la matière thermométrique, et les autres rayons ne l'affectant nullement, il sera permis de supposer qu'à partir d'un certain moment, lorsque la température du corps composé sera arrivée à un certain point, les vibrations lumineuses et chimiques seront les seuls produits du travail de la combinaison et le seul mode de transformation du mouvement moléculaire disparu.

» Mon idée deviendra peut-être plus claire par une comparaison. Je suppose une machine à vapeur établie sur des fondations imparfaites dans un bâtiment dont les poutres sont mobiles, de telle sorte que le mouvement des organes soit accompagné d'une trépidation générale et d'une vibration considérable de tous les supports et de toutes les masses environnants. En augmentant progressivement la pression de la vapeur qui arrive dans les cylindres, il est possible qu'à un certain moment on n'augmente plus sensiblement la vitesse du volant ou le travail de la machine, la force vive dépensée par les vibrations des fondations et des poutres absorbant, avec beaucoup de bruit, presque toute la quantité de chaleur que l'on dépense au delà d'une certaine limite.

» Il peut donc y avoir aussi certaine limite de température que, par la combinaison chimique, on ne puisse pas dépasser. En d'autres termes, la température peut fort bien ne pouvoir augmenter indéfiniment. Il est donc au moins prudent de n'en pas supposer de telles, qu'elles s'éloignent dans de grandes proportions de toutes celles que nous pouvons mesurer.

» Tout ce que je viens de dire des températures exprimées par la dila-

tation s'applique également aux températures mesurées par la pression des gaz confinés, obéissant plus ou moins exactement à la loi de Mariotte. Tout ce que j'ai dit au sujet de l'uniformité de la dilatation du gaz parfait s'applique aussi à l'uniformité de sa compression par le fait de la chaleur, et je n'insisterai pas sur ce sujet. Mais il me paraît utile de déterminer les limites entre lesquelles la mesure des températures est possible par la pression que la chaleur communique à l'air.

» Il est clair que les enveloppes métalliques nous feront défaut pour ces recherches comme pour l'étude de la dilatation, et que les vases de porcelaine résisteront moins à l'action du feu, lorsqu'ils seront fortement comprimés à l'intérieur, que lorsque la pression y sera à peu près la même qu'au dehors. Mais on peut provoquer, dans un eudiomètre très-résistant, une combustion vive et presque instantanée, et déterminer, par des poids placés sur une soupape, la pression maximum qui résulte de la combinaison de deux gaz, par exemple l'hydrogène et l'oxygène. C'est là ce qui a été tenté par M. Bunsen, ce qui l'a amené, à la suite de très-belles expériences, à fixer à 2800 degrés la température de cette combinaison.

» Si la dissociation de l'eau et d'autres matières n'avait été connue depuis longtemps, M. Bunsen n'aurait pas été amené naturellement à conclure de cette température 2800 degrés (si éloignée de la température admise de 6800 degrés), que la moitié seulement des gaz hydrogène et oxygène se sont combinés au moment où, dans son eudiomètre, il obtenait une pression aussi faible que 10 atmosphères. Il aurait pu hésiter entre deux hypothèses : l'accroissement considérable de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau avec la température, ou la diminution considérable de la compressibilité des gaz quand les températures s'accroissent beaucoup. Cependant, même aujourd'hui, cette dernière hypothèse ne peut être raisonnablement écartée; et je pense qu'il serait indispensable, pour conclure rigoureusement et sans hésitation, que quelques expériences, malheureusement très-difficiles à réaliser, fussent exécutées avec quelque précision (1).

---

(1) Je ferai remarquer d'une manière incidente que ces deux nombres de 2800 et de 2500 degrés, que M. Bunsen, de son côté, M. Debray et moi du nôtre, nous avons trouvés pour la température de combustion de l'hydrogène, ayant été déterminés dans des circonstances tout à fait différentes, se confirment par leur différence même, qui n'est pas très-grande, et dont le sens est indiqué par une théorie très-simple.

De même que le point fixe de la condensation de la vapeur d'eau augmente avec la pression, de même la tension de la vapeur d'eau (complémentaire de la tension de dissociation) dans la flamme d'un chalumeau à gaz tonnant peut augmenter avec la pression extérieure, et avec

» Les résultats obtenus dans ces derniers temps par M. Cailletet, en étudiant la diminution du volume des gaz sous des pressions de plusieurs centaines d'atmosphères, font voir combien il est prudent de ne pas admettre trop vite pour l'air une compressibilité uniforme par la chaleur à haute température. Je voudrais donc qu'avant de parler de ces hautes températures attribuées au Soleil, on se demandât si l'accroissement indéfini de la chaleur absorbée par un gaz amène à un accroissement indéfini de la pression quand elle sert de mesure à la température.

» De l'air échauffé à 27000 degrés, conservant sa pression de 760 millimètres, serait raréfié autant qu'il peut l'être par une machine pneumatique fonctionnant comme elles fonctionnent d'ordinaire dans nos cabinets de physique. Comme nous sommes loin d'avoir approché, par l'expérience, de pareilles limites!

» En résumé, parler de températures *excessives* et de leur mesure, c'est admettre que les gaz sont indéfiniment dilatables ou compressibles par la

---

elle la température du dard. Telle est la proposition que M. Gernez et moi nous cherchons à démontrer en ce moment dans une longue série de recherches que nous avons commencées depuis deux ans.

Dans une chambre cylindrique en fer, de 40 mètres cubes de capacité et dont les parois ont été essayées à 11 atmosphères, nous avons établi tout un laboratoire d'expérimentation spéciale. Des pompes mues par une machine à vapeur y compriment l'air, après que nous y avons pénétré. Là, comme nous le ferions à l'air libre, nous déterminons, par des procédés déjà connus, l'état de la matière au moment où elle se combine dans les flammes homogènes, et les températures qui s'y produisent.

Quand on prend quelques précautions indiquées par la pratique des appareils employés dans la construction des piles de pont, la compression que l'on subit n'expose à aucun danger sérieux : la gêne de la respiration disparaît elle-même au bout de quelque temps d'exercice, même quand on pousse la pression jusqu'à $2\frac{1}{10}$ atmosphères, comme cela m'est arrivé; mais il ne faut faire les expériences que pendant l'été, à cause du refroidissement considérable manifesté pendant la décompression, qui seule impose des précautions à l'opérateur.

Nos expériences portent actuellement sur la flamme homogène d'oxyde de carbone et d'oxygène; et je n'ai besoin de citer, pour le sujet que j'étudie aujourd'hui, qu'un seul point bien acquis : c'est que, à $1\frac{2}{10}$ atmosphère, le platine fond en étincelant avec un éclat et une facilité extrêmes, comme il ne le ferait pas dans l'air, et fond dans les parties élevées du dard, où il rougirait seulement sous la pression ordinaire. La température de ces flammes augmente donc avec la pression qu'elles supportent; par suite, les quantités de matières qui se combinent sont plus grandes et la dissociation est moindre.

On voit d'après cela que l'observation très-judicieuse faite par M. Vicaire, au sujet du nombre 2800 degrés déterminé par M. Bunsen, est vérifiée par l'expérience. M. Vicaire re-

chaleur, ce qui n'est pas démontré; ou bien, ce qui l'est encore moins, qu'il n'y a pas de limite à la température produite par les combinaisons chimiques. Dans le doute, je conserve cette opinion fondée sur ma longue expérience des températures élevées, que les températures que nous produisons et mesurons dans nos laboratoires ne sont pas beaucoup dépassées dans la nature.

» Parler de la *surface* du Soleil c'est supposer qu'il ressemble à un boulet rouge. Parler de la température à la *surface* de l'atmosphère solaire, c'est supposer qu'elle se termine brusquement par une couche incandescente. Enfin calculer la température d'un point quelconque de la masse du Soleil avec des mesures photométriques, actinométriques et autres, c'est négliger absolument l'influence de la couche, peut-être extrêmement étendue, de la matière solaire obscure qui, selon toute apparence, se superpose à la couche incandescente, et dont le rayonnement vers la terre est ainsi négligé. Dans tous ces calculs, il ne peut donc être question que de quantités de chaleur émanées du Soleil tout entier et non de températures prises à sa *surface*.

» Voici peut-être un moyen d'aborder la question. Les raies de l'hydro-

---

marque en effet que la température de combustion de l'hydrogène doit être plus élevée dans l'eudiomètre de M. Bunsen que dans le four en chaux où M. Debray et moi nous avons fondu le platine destiné à nos mesures thermométriques sous la pression ordinaire. Celle que l'eudiomètre de M. Bunsen supporte varie de 1 à 10 atmosphères : par conséquent, la température 2800 degrés qu'il obtient doit être plus élevée que celle que nous avons fixée à 2500 degrés environ. On sait d'ailleurs, par les expériences de M. Franckland, que l'éclat de la flamme de l'hydrogène augmente considérablement avec la pression, de sorte que, pour des pressions de 20 atmosphères, cet éclat dépasse la lumière d'une bougie. Or quand on fait brûler dans un eudiomètre fermé du gaz tonnant, l'intérieur de l'eudiomètre s'éclaire vivement, tandis que le chalumeau à gaz oxygène et hydrogène produit, à la pression ordinaire, une flamme presque invisible. Il y a donc dans l'expérience de M. Bunsen une cause de perte à laquelle il est difficile d'attribuer une valeur exacte : c'est le rayonnement calorifique. Cette perte est nulle dans le four en chaux, presque imperméable à la chaleur, où nous fondons et surchauffons du platine pour en déterminer la température par des mesures calorimétriques. Notre four est en outre imperméable à la lumière et aux rayons chimiques, et je ne puis pressentir l'influence que ces propriétés exercent sur le développement de la température. Je crois en effet que, si l'on mesure la quantité de chaleur dégagée par une matière qui brûle avec éclat, on ne doit pas obtenir le même nombre en opérant dans un calorimètre opaque et athermane ou dans un calorimètre diathermane et transparent pour les rayons lumineux et chimiques.

gène qu'émettent certains points de la matière incandescente du Soleil sont déterminées par les observations astronomiques. MM. Franckland et Lockyer les ont retrouvées dans la flamme de l'hydrogène soumis à une certaine pression. On pourrait, par la méthode que j'ai déjà décrite, déterminer la température de combustion de l'hydrogène à cette même pression, et par suite la température et la pression des gaz dans les points de l'atmosphère solaire où les raies de l'hydrogène ont été observées. Je crois, d'après mes premières appréciations, que cette température ne sera pas bien éloignée de 2500 ou 2800 degrés, nombres qui résultent des expériences de M. Bunsen et de celles que M. Debray et moi nous avons publiées depuis longtemps. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Variations séculaires des moyens mouvements du périgée et du nœud de la Lune; par* **M. Delaunay.**

« J'ai fait connaître à l'Académie, en avril et août 1859, le résultat de mes calculs sur les valeurs de l'équation séculaire de la Lune et des variations séculaires des moyens mouvements de son périgée et de son nœud. Des recherches supplémentaires, que j'ai dû entreprendre depuis sur les inégalités de la longitude de la Lune, m'ont permis de pousser l'approximation plus loin que je ne l'avais fait d'abord dans le calcul de l'équation séculaire, et aussi dans celui de la variation séculaire du mouvement du périgée. Au mois d'avril dernier, j'ai communiqué à l'Académie le résultat de mes nouvelles recherches sur la valeur de l'équation séculaire de la Lune. Je viens y ajouter aujourd'hui la formule plus complète, que j'ai obtenue de la même manière, pour la variation séculaire du moyen mouvement du périgée lunaire. Je reproduirai en même temps la formule que j'avais trouvée, en 1859, pour la variation séculaire du moyen mouvement du nœud, mais en introduisant dans cette formule, aussi bien que dans celle relative au périgée, les constantes finales, auxquelles je me suis arrêté (*Théorie du mouvement de la Lune*, chap. XI), au lieu des constantes adoptées par Plana, que j'avais employées lors de mes premières Communications.

» En représentant par

$$\int \mathrm{B} n e' \delta e' \quad \text{et} \quad \int \mathrm{C} n e' \delta e'$$

les parties des longitudes moyennes du périgée et du nœud de la Lune qui proviennent de la variation séculaire $\delta e'$ de l'excentricité $e'$ de l'orbite de

la Terre, j'ai obtenu pour B et C les valeurs suivantes :

$$B = \left(\frac{9}{4} - 18\gamma^2 - \frac{9}{8}e^2 + \frac{45}{8}e'^2 - \frac{135}{4}\gamma^4 + \frac{207}{8}\gamma^2 e^2 - \frac{9}{32}e^4\right) m^2$$
$$+ \left(\frac{825}{16} - \frac{693}{4}\gamma^2 - \frac{2475}{32}e^2 + 225 e'^2\right) m^3$$
$$+ \left(\frac{61467}{128} - \frac{32343}{16}\gamma^2 - \frac{475479}{512}e^2\right) m^4$$
$$+ \left(\frac{1789449}{512} - \frac{41382285}{4096}e^2\right) m^5 + \frac{543265393}{24576} m^6$$
$$+ \frac{12664654541}{98304} m^7 + \frac{5336186943101}{7077888} m^8 + \frac{375}{64} m^2 . \frac{a^2}{a'^2};$$

$$C = -\left(\frac{9}{4} - \frac{9}{2}\gamma^2 + \frac{9}{2}e^2 + \frac{45}{8}e'^2 + \frac{153}{8}\gamma^2 e^2 - \frac{63}{64}e^4\right) m^2$$
$$+ \left(\frac{33}{16} - \frac{99}{8}\gamma^2 - \frac{693}{16}e^2 + 9 e'^2\right) m^3$$
$$+ \left(\frac{2973}{128} - \frac{7083}{128}\gamma^2 - \frac{30507}{64}e^2\right) m^4$$
$$+ \frac{74277}{512} m^5 + \frac{18540991}{24576} m^6 - \frac{375}{64} m^2 . \frac{a^2}{a'^2}.$$

» En mettant à la place des diverses lettres qui entrent dans ces formules les valeurs adoptées au commencement du chapitre XI de ma *Théorie du mouvement de la Lune*, et prenant $-635''.t^2$ pour la valeur de l'intégrale $\int ne'\delta e'$, on trouve que les coefficients de $t^2$, dans les expressions des longitudes moyennes du périgée et du nœud de la Lune, sont respectivement égaux à

$$-39'',986, \qquad +6'',778. \text{ »}$$

HÉTÉROGÉNIE. — *Réflexions concernant l'hétérogénèse, suggérées par les expériences et les opinions de quelques observateurs contemporains;* par **M. A. Trécul**.

« Quand Cagniard-Latour eut annoncé, en novembre 1836, l'existence d'un corps organisé auquel il attribua la fermentation, il fallut expliquer l'origine de cette levûre. On se demanda si elle est produite par la modification des matières organiques contenues dans les liquides employés, ou si elle l'est par des germes apportés par l'air atmosphérique. Les expériences dont M. Schwann fit connaître le résultat en février 1837, à la réunion de la Société des Amis des Sciences naturelles, à Iéna, parut donner un puis-

sant point d'appui à la dernière opinion. En effet, ce savant, au lieu de chauffer à 100 degrés en vases clos, comme Appert, les matières fermentescibles, les met en contact avec de l'air calciné, et il prétend les préserver ainsi de la fermentation. C'est cette interprétation qu'adopte notre confrère M. Pasteur. « La modification apportée par Schwann, dit-il, à l'expérience » d'Appert rend inadmissible l'explication de Gay-Lussac, puisque dans » l'expérience de Schwann il y a une quantité quelconque d'oxygène en » contact avec la matière animale ou végétale; seulement cet oxygène » appartient à de l'air calciné. Dès lors la théorie la plus naturelle paraît » être celle-ci : l'air renferme quelque chose qui provoque la fermentation » ou plutôt la putréfaction. Ce quelque chose, germes, ozone, particules » solides, fluides, etc., est détruit par la chaleur. Voici pourquoi, par la » méthode d'Appert ou par celle de Schwann, on préserve de toute alté- » ration les matières fermentescibles ou putrescibles. De même il est pré- » sumable que si l'expérience de Gay-Lussac sur les grains de raisin a » réussi, c'est que Gay-Lussac, en introduisant la bulle d'air ou d'oxy- » gène, a mis en contact avec le moût ce quelque chose dont nous par- » lons, et c'est ce quelque chose qui a fait naître la fermentation et non » l'oxygène comme il le croyait (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, » 1860; t. LVIII, p. 371). » Je dirai tout de suite que M. Pasteur a en partie raison dans l'explication qu'il donne de quelques-unes de ses expériences, et que Gay-Lussac n'a pas tout à fait tort.

» On se rappelle que Gay-Lussac pensait que si les substances conservées par le procédé d'Appert sont exposées à l'air, elles acquièrent promptement une disposition à la fermentation ou à la putréfaction, mais qu'en les exposant à la température de l'eau bouillante dans des vases fermés, l'oxygène est absorbé, et, en produisant une nouvelle combinaison qui n'est plus propre à exciter la fermentation ou la putréfaction, il détruit ou concrète (ou tout simplement modifie) la matière provocatrice, si l'ébullition a été suffisamment prolongée.

» Cette opinion est rejetée aujourd'hui par quelques savants. Je crois que c'est à tort. On peut en trouver la preuve dans les expériences de notre savant confrère, dont l'habileté expérimentale est bien connue, et dans celles que décrivent divers autres observateurs.

» M. Pasteur a vu que du lait que l'on fait bouillir à 100 degrés pendant quelques minutes en vase clos, et que l'on met ensuite en contact avec de l'air calciné, se caille après un temps variable, ordinairement de trois à dix

jours. Dans cet état il reste aussi alcalin que le lait frais, mais il est rempli d'Infusoires, le plus souvent de Vibrions.

» Il ne saurait être ici question de génération spontanée, selon notre confrère, car si l'on prolonge l'ébullition pendant quelques minutes dans plusieurs flacons, on verra le nombre des flacons produisant des Infusoires diminuer en proportion de la prolongation de l'ébullition, et si la température est élevée à 110 ou 112 degrés, il n'apparaît plus d'Infusoires parce que leurs germes sont tués.

» Il faudrait nous dire d'abord avec précision ce qu'est un germe de Vibrion dans le lait et dans les autres matières organiques, et surtout nous le montrer; mais ne nous arrêtons pas à de telles difficultés, que nos contradicteurs ne sauraient surmonter. Nous pouvons trouver ailleurs la solution du problème. N'est-elle pas donnée par l'assertion de Gay-Lussac, qui prétend que la coction en vase clos suffisamment prolongée détruit ou concrète, disons, modifie la matière albuminoïde, et qu'alors la fermentation ou la putréfaction n'a plus lieu. C'est là ce que tendent à prouver les expériences de M. Pasteur sur le lait, que je viens de citer, et sur l'eau sucrée albumineuse. L'urine, suivant notre habile confrère, exigerait seulement une ébullition de quelques minutes pour perdre la propriété de fermenter.

» Si l'on en croit les expériences de M. Wyman (*Silliman's amer. journ.*, 1867, sept., p. 152 et suiv.), il y a des matières organiques beaucoup plus résistantes, puisque du bouillon de bœuf ou des parcelles de bœuf mises dans de l'eau sucrée dans des vases fermés à la lampe, et soumis à une température de 100 degrés pendant une heure, une heure et demie et même deux heures ont donné des infusoires (Bactéries, Vibrions ou Monades) au bout de deux à trois jours. De l'extrait de bœuf entièrement soluble dans l'eau, chauffé de même dans un bain-marie à 100 degrés, donna des Infusoires après une ébullition de quatre heures. Mais si la coction était prolongée cinq à six heures, il ne se produisait plus d'Infusoires. Par conséquent, dit l'auteur, une limite au développement des Infusoires fut atteinte, après une ébullition suffisamment prolongée.

» Dans une autre série d'expériences, M. Wyman obtint des Infusoires dans des dissolutions de matières organiques qui avaient bouilli plus de 25 minutes, et qui ensuite avaient été placées en contact avec de l'air ayant traversé un tube incandescent.

» M. H. Hoffmann, dans son Mémoire couronné, et dans le *Botanische Zeitung* de 1869, p. 244, croit trouver là une preuve accablante contre la génération dite *spontanée :*

» Les défenseurs de l'hétérogénie, dit-il, qui s'étaient attachés à ces Bactéries et à ces Monades comme à une ancre sacrée, doivent désormais l'abandonner, car il résulte de ces deux séries d'expériences : 1° que, dans les conditions ordinaires, une ébullition suffisamment prolongée empêche le développement des formes vivantes; 2° que (conformément à ses propres expériences) quelques minutes suffisent pour obtenir le même effet sous la pression de la vapeur aqueuse. »

» Il me paraît, au contraire, que ces expériences sont tout à fait favorables à l'hétérogénèse, car, de l'aveu même de MM. Pasteur, Hoffmann et Wyman, si les Infusoires cités perdent la faculté de se mouvoir, et prennent les apparences de la mort à une température de 56°,7 C., est-il vraisemblable que des êtres aussi sensibles, d'une organisation aussi délicate, résistent à une coction de trois et même de quatre heures?

» L'avis que j'émets là est appuyé aussi de celui de M. Wyman qui dit (p. 169) :

» Si des Vibrions, des Bactéries et des Monades sont ajoutés à une solution organique claire et limpide, celle-ci devient trouble au bout d'un ou deux jours par leur multiplication. Si ces Infusoires ont été préalablement bouillis, la solution ne devient trouble *qu'un ou deux jours plus tard*, et, dans quelques expériences, pas plus tôt que ne le fait la même solution à laquelle il n'a pas été ajouté d'Infusoires (1). »

» De plus, M. Hoffmann, dans son Mémoire de 1869, que j'ai cité, ajoute encore à l'opinion de M. Wyman, car il dit : (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ sér. t. XI, p. 29) que « même l'ébullition ordinaire à l'air libre, pourvu qu'elle soit prolongée très-longtemps, produit les mêmes effets que l'ébullition en vases clos et sous la pression de la vapeur aqueuse ». Dans cet exposé, M. Hoffmann remplace le jus de viande de M. Wyman par une infusion de plantes.

» N'est-il pas évident, si M. Hoffmann a renouvelé, dans ces conditions, l'expérience de M. Wyman, que la coction n'agit pas seulement en tuant les germes des Infusoires, puisque l'on opère à l'air libre, mais qu'elle occasionne, dans la composition du liquide, un changement qui empêche la fermentation ou la putréfaction, malgré la présence des germes apportés par l'atmosphère, dont on ne cherche pas à se garantir?

» Bien que cette expérience réfute à la fois la négation de l'avis de Gay-

(1) Ici les mots *dans quelques expériences* sont évidemment de trop. Ils expriment seulement que, dans toutes les expériences du consciencieux M. Wyman, les Infusoires ne sont pas apparus dans tous les flacons dans le même espace de temps, car le retard d'un ou deux jours, dont il parle d'abord, suffit pour le développement des Infusoires dans certains liquides à une température convenable.

Lussac, et l'affirmation de l'efficacité de l'apport des germes par l'atmosphère, je vais répondre à l'objection tirée du fait que des liquides qui ont subi l'ébullition peuvent être conservés longtemps sans produire d'Infusoires, si on les tient à l'abri des poussières de l'air, tandis que, si l'on y introduit de ces poussières, ils entrent bientôt en fermentation en donnant lieu à des Bactéries, à des Monades, à des Mucédinées, etc.

» A cet égard, il suffit de faire remarquer, et cela a déjà été dit, je crois, qu'avec ces poussières on introduit des matières organiques, et, par conséquent, des substances protéiques, albuminoïdes, qui n'ont pas subi la coction, et auxquelles les hétérogénistes attribuent la faculté de se transformer en Bactéries, en levûre, etc.

» Je n'oublie pas que l'on peut introduire, avec l'air ou avec ces poussières de l'air, des Bactéries, des spores et des fragments de mycélium. On ne saurait tirer de là d'objections sérieuses, parce que ces corps n'ont pas le privilége de déterminer la putréfaction et la fermentation. Ils partagent cette propriété avec des principes contenus dans les autres matières organisées.

» Pour le prouver, il n'est pas nécessaire de citer mes propres expériences, il suffit de rappeler celles des homogénistes eux-mêmes. M. Hoffmann, par exemple, dit (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, t. XI, p. 26) que neuf fois sur dix, *malgré les précautions prises*, on obtient des Bactéries, quand on a mis en expérience une matière organisée quelconque. Il est vrai que M. Hoffmann ajoute que les premières Bactéries sont venues de l'air. Les expériences de Mme Lüders, dont je vais parler maintenant, montrent ce qu'il faut penser de ce subterfuge des homogénistes en général et de M. Hoffmann en particulier.

» Depuis que j'ai nommé cette dame, je me suis aperçu qu'il existe de grandes préventions contre ses travaux, qui, pourtant, accusent une grande habitude du microscope et des expériences. Il est vrai qu'à première lecture ses assertions, que certes je ne voudrais pas toutes garantir, étonnent (1); mais, après réflexion, quand on a soi-même beaucoup observé, on n'est plus surpris que d'une chose : c'est que Mme Lüders ne soit pas hétérogéniste. Quoiqu'elle dise que ses expériences n'ont pu la convaincre de la réalité de l'hétérogénèse (*Urzeugung*), personne mieux qu'elle n'a prouvé la vanité de la prétendue nécessité de germes venus de l'atmo-

---

(1) *Bot. Zeit.*, 1866, t. XXIV, p. 33, et *Archiv für mikroskopische Anatomie von Max Schultze*, 1867, t. III, p. 317.

sphère. Elle met un tel soin à ses expériences, que M. Pasteur ne les désavouerait pas.

» M^me^ Lüders part du principe admis par notre confrère, savoir : que des solutions organiques (de l'eau de viande, par exemple), soumises à une température suffisamment élevée, ne sont pas aptes à produire des Infusoires. Elle chauffe les liquides, les instruments et les verres qu'elle emploie à une température de 140 à 160 degrés, quand ces objets ne peuvent pas être rougis au feu.

» Ses appareils consistent en éprouvettes fermées par un bouchon de gomme, auquel s'adapte un tube recourbé, qui empêche l'introduction des poussières de l'air. Dans plusieurs de ces appareils elle place, avec de l'eau de viande chauffée à 160 degrés, la matière organisée à essayer; des vases de contrôle reçoivent seulement de l'eau de viande chauffée à 160 degrés. Ces divers appareils sont disposés dans un bain entretenu à 30 à 40 degrés.

» M^me^ Lüders ne voit point d'Infusoires apparaître dans les derniers vases, tandis qu'il s'en développe abondamment dans les premiers, c'est-à-dire dans ceux qui ont reçu une matière organisée non chauffée (Mucédinées, *Palmella cruenta,* fragments d'un fruit sain, de pomme, d'amande douce, etc.)

» M^me^ Lüders n'hésite pas à conclure de ses expériences que les poussières de l'air ne sont pas nécessaires à la production des Bactéries, et que celles-ci sont contenues dans les matières organiques employées. Mais à quel état sont-elles dans ces matières? M^me^ Lüders, dominée par le préjugé, aime mieux croire à l'existence de germes bactériens tout formés dans les corps organisés, que d'admettre l'*Urzeugung*, c'est-à-dire la transformation de la matière organisée, telle que la conçoivent les hétérogénistes. Ainsi, dans les fruits, dans les amandes douces qui lui donnent en abondance des Bactéries, qu'elle n'aperçoit qu'après la macération, elle est disposée à croire que les Bactéries ont pénétré dans les ovaires ou dans les ovules dès l'époque de la floraison.

» On voit par là de quels efforts d'imagination sont capables les homogénistes pour rejeter la transformation de la matière. M. Hoffmann va nous en donner d'autres exemples.

» On trouve assez souvent sur les racines de certaines Légumineuses (*Phaseolus, Vicia*, *Lupinus,* etc.) des excroissances tuberculeuses observées par MM. Schlechtendal et Schacht. M. Woronine les étudia aussi. Il vit à l'endroit de ces excroissances les cellules du parenchyme interne des ra-

cines se modifier, s'isoler les unes des autres en quelque sorte, et se remplir de corpuscules granuleux qui s'allongent, se multiplient par scissiparité et par gemmation, à la manière des Bactéries, dont ils acquièrent la mobilité après huit heures de contact environ avec l'eau, et auxquelles M. Woronine les assimile. M. Hoffmann, les croyant d'une autre nature, voulut s'en assurer, et, à la suite d'une expérience pour laquelle il prend les plus grandes précautions contre l'invasion des Bactéries atmosphériques (en chauffant ses verres au rouge, en les tenant renversés jusqu'au moment de s'en servir, en examinant avec soin la goutte d'eau qu'il emploie), expérience qui lui donne des résultats conformes à ceux de M. Woronine, M. Hoffmann conclut à l'introduction de Bactéries venues de l'air (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, t. XI, p. 26).

» C'est toujours, comme on le voit, la conclusion que les homogénistes tirent, sans preuve, des expériences contraires à leur opinion. Ils sont beaucoup moins réservés, quand leur théorie n'est pas contredite par les expériences. M. Hoffmann, par exemple, n'a pas la même crainte des Bactéries aériennes quand il s'agit de reconnaître ce que peut donner la culture du sang charbonneux. Voici comment il s'exprime : « Ainsi j'ai obtenu » du sang charbonneux *déposé sur des fragments de pomme de terre*, dans un » tube clos, des mucus jaunes, bactério- et monadophores, riches en micro- » et mésobactéries, souvent disposées en chapelets, et telles absolument » qu'elles se trouvent dans le sang de l'homme et des animaux morts du » *sang de rate*. »

» Il croit donc à l'exactitude des résultats de sa culture, qui pourtant présente bien plus de chance d'introduction de Bactéries, par l'air ou par la pomme de terre, que sa précédente expérience citée ici. Il y croit comme si le sang normal n'était pas susceptible de donner aussi des Bactéries.

» On se demande, après cela, pourquoi M. Hoffmann tient pour à peu près impossible de transporter le virus-vaccin directement d'une pustule variolique sur un *substratum* approprié, sans qu'à l'insu de l'observateur, le *Penicillium* se mêle aux préparations.

» Si M. Hoffmann a cette conviction, pourquoi fait-il donc des cultures sur la pomme de terre? En voyant le *Penicillium* apparaître avec tant de constance, il semblerait naturel d'en chercher les germes dans le virus-vaccin, dans les corpuscules qu'il renferme, par exemple. On ne voit pas pourquoi le *Penicillium* tomberait plutôt sur le vaccin que sur la pomme de terre, qui a beaucoup plus de surface et sur laquelle il végète très-bien.

» M. de Seynes aussi ne peut s'arrêter au résultat de l'expérience. En parlant de la naissance des Bactéries à la surface d'une cellule de *Mycoderma* ou de *Mucor* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1390), il dit : « *On avait » sous les yeux quelque chose d'analogue à l'aspect que présente la genèse » des spores*, AU MOYEN DE GRANULATIONS PLASMATIQUES, *dans l'intérieur » d'une thèque de Discomycète.* » Il ajoute : « qu'il s'agissait de Myco- » dermes ou de conidies de Mucor progressivement envahies par des Bac- » téries (parasites), et dont la membrane disparaissait, soit par l'accumu- » lation de ces Bactéries, soit par la destruction qu'elles peuvent opérer » de l'enveloppe cellulaire. »

» Je prie M. de Seynes de vouloir bien se rappeler que des Bactéries toutes faites, se multipliant par scissiparité ou gemmation, ne ressemblent nullement à des granules plasmatiques se transformant en spores. Il semble avoir eu sous les yeux un cas analogue à ceux dans lesquels j'ai cru voir les *Amylobacter* naître de la cellule même qui les portait.

» Dans sa Note de lundi dernier, M. de Seynes avoue « avoir reconnu, comme M. Trécul, et par d'autres procédés, la filiation de la levûre et des mycodermes (*voir* p. 114 de ce volume). » C'est donc là un point établi! Mais M. de Seynes nie la filiation des Bactéries, des levûres et du *Penicillium*, et il s'appuie de l'autorité de M. de Bary.

» Je ferai observer à M. de Seynes que pour voir un phénomène, il faut se placer dans les circonstances dans lesquelles il se produit. J'ai dit avoir vu : d'une part, la transformation des Bactéries en levûre alcoolique pendant d'énergiques fermentations, qui s'accomplissaient dans des vases de 15 à 45 grammes bien clos, avec des bouchons de fin liége qui avaient subi un quart ou une demi-heure au plus d'ébullition dans l'eau, et ensuite abandonnés à la dessiccation pendant un mois ou six semaines, pour que celle-ci achevât de tuer les mycélium que la coction n'aurait pas fait mourir, protégés qu'ils sont par le liége (1); d'autre part, j'ai observé le passage des spores du *Penicillium* à la levûre dans du moût de bière bouilli, etc., qui était contenu aussi dans des flacons fermés de même.

» Que fait M. de Seynes? Il se place dans des conditions diamétralement opposées. Il dépose des pellicules de *Penicillium crustaceum* sur des vases à fond plat, couvre ce *Penicillium* de lames de verre pour le maintenir au fond

(1) De tels bouchons, s'ils n'ont pas bouilli plus longtemps, sont très-élastiques, ferment très-bien et ne donnent lieu à aucune végétation. (*Voir* ce que j'ai dit de ces végétations au tome LXVII, p. 362 et suiv.)

des vases, verse par-dessus du moût de bière qui a bouilli, ou une solution sucrée, et attend ainsi, en vain bien entendu, le résultat.

» Que M. de Seynes veuille bien se placer dans des conditions plus favorables, et il réussira. Puisqu'il a déjà vérifié la filiation de la levûre et des Mycodermes, il ne lui sera pas difficile de s'assurer du passage de ceux-ci au *Penicillium*, s'il opère aussi dans de bonnes conditions.

» *Conclusions.* — La solution de l'important problème débattu devant l'Académie est bien simplifiée, comme on le voit par ce qui précède, puisqu'il ne s'agit plus que de décider les deux points essentiels qui suivent :

» 1° Que, suivant M^me^ Lüders, partant d'un point établi par Gay-Lussac et par M. Pasteur, une solution organique albuminoïde (du bouillon de bœuf, par exemple), suffisamment chauffée à 160 degrés, est envahie par des Bactéries, quand on la place avec une matière organisée, non chauffée, dans des vases pourvus à leur embouchure d'un tube recourbé, et disposés dans un bain entretenu à 30 ou 40 degrés, tandis que l'on n'obtient pas de Bactéries dans les vases de contrôle qui ont reçu le même liquide suffisamment chauffé, et pas de matière organisée (1).

» Mme Lüders admettant l'existence de Bactéries ou de germes bactériens tout formés dans toutes les matières organisées, il faut constater :

» 2° Que, suivant moi, il est facile de reconnaître dans maintes circonstances, à l'aide de la macération, la transformation du latex ou des granules plasmatiques en *Amylobacter* ou *Bactéries amylacées* dans des cellules végétales fermées et à parois souvent fortement épaissies, comme celles des fibres du liber.

» Mme Lüders ayant trouvé que ses Bactéries se colorent fréquemment en rouge ou en violet par l'iode seul, et en bleu foncé par l'addition de l'acide sulfurique (*Bot. Zeit*, t. XXIV, p. 34), je crois devoir faire remarquer, en terminant, que le premier Mémoire de Mme Lüders est de 1866, tandis que ma première Communication à l'Académie sur les *Amylobacter* est de 1865 (voir *Comptes rendus*, t. LXI, p. 432). »

M. Balard, à la suite de la lecture de M. Trécul, prend la parole ainsi qu'il suit :

« Les discussions sur la génération spontanée, qui ont été renouvelées

(1) C'est l'expérience de M. Pasteur, dans laquelle on remplace les poussières de l'air par les matières organisées les plus diverses. On doit reconnaître toutefois que cette simple substitution est d'une importance capitale, puisqu'elle démontre l'inutilité de l'intervention des prétendus germes venus de l'atmosphère.

dans le sein de l'Académie par deux de nos savants confrères, M. Fremy d'abord, et M. Trécul ensuite, me semblent nous reporter en arrière de plus de huit années, et sans qu'il soit tenu un compte suffisant, à mon avis, des faits importants qui ont été, à cette époque, mis à l'abri de toute contestation. Il faudrait pourtant, ce me semble, se mettre d'abord d'accord sur ces faits avant de recommencer des débats, toujours utiles d'ailleurs quand ils apportent pour la découverte de la vérité un nouveau contingent de faits bien observés.

» L'Académie se souvient qu'à la suite de discussions de ce genre, elle voulut mettre un terme à la dénégation répétée des faits concluants observés par M. Pasteur, et qu'elle nomma une Commission qui devait constater, par ses expériences propres, si celles de notre confrère donnaient les résultats qu'il avait annoncés. Je faisais partie de cette Commission, qui me fit l'honneur de me nommer son rapporteur, et c'est à ce titre que je crois pouvoir prendre la parole dans la question qui s'agite. On pense bien que je n'ai pas à m'occuper ici des transformations d'une espèce de corps vivants en une autre, genre d'étude dont s'occupe M. Trécul, avec l'habileté qu'on lui connaît, et dans laquelle je n'ai ni aucun désir, ni aucune raison d'entrer, pas plus d'ailleurs que du développement spécial de telle ou telle levûre en particulier, mais seulement de la question générale du développement premier, dans les liqueurs fermentescibles, d'êtres vivants, Bactéries ou autres espèces, quelles que soient les transformations qu'ils puissent éprouver plus tard. C'est là en effet la question unique dont la Commission nommée en 1864 s'est occupée.

» Parmi les expériences de M. Pasteur, il en est une plus probante encore que les autres, et sur laquelle la Commission a dû surtout porter son attention.

» Parmi les objections de tout ordre qui n'ont certes pas manqué au travail de notre confrère, il y en avait concernant l'état de l'air introduit dans les appareils contenant des matières fermentescibles. « Dans le
» but, lui objectait-on, de détruire les germes vivants qu'il pourrait con-
» tenir, vous introduisez dans vos ballons de l'air chauffé au rouge. Mais
» qui vous dit que, par cette haute température, abstraction faite de la
» mort des germes que vous voulez tuer, vous n'avez pas modifié une des
» conditions de l'air encore inconnue et de nous et de vous-même, et qui
» est peut-être indispensable pour qu'il reste apte à développer la vie? Et
» quand vous opérez avec des vases fermés à la lampe, n'empêchez-vous
» pas un renouvellement de l'air qui est peut-être indispensable ? »

» C'est pour répondre à ces deux objections que M. Pasteur institua une

expérience décisive, qu'on laisse à mon avis beaucoup trop dans l'ombre aujourd'hui, expérience dont la Commission a vérifié la parfaite exactitude, et que je demande la permission de rappeler encore une fois à l'Académie.

» M. Pasteur prend une décoction organique contenant des matières albuminoïdes, et qui se serait remplie de Bactéries s'il l'avait laissée au contact de l'air. Après l'avoir soumise à l'ébullition dans le ballon où il l'a introduite, et qu'il a eu le soin d'effiler après cette introduction, il ne ferme pas l'effilure à la lampe, mais il la contourne de manière à ce que son ouverture soit dirigée en bas.

» L'appareil ainsi disposé constitue une espèce de gros thermomètre à air. Quand la température s'élève il sort de l'air du ballon. Il y rentre de l'air *ordinaire* par suite de la contraction. Ces variations de températures entre le jour et la nuit établissent donc une circulation constante. Les matières albuminoïdes que les partisans de l'hétérogénie croient produire directement et sans l'intervention d'un germe, les Bactéries, etc., existent dans le ballon (1); il y entre de l'air qui n'a été altéré en aucune manière, et cependant la vie ne s'y développe pas, et la liqueur albuminoïde conserve sa limpidité parfaite.

» Mais le ballon étant placé de manière à rendre son col vertical, vient-on à en casser la pointe, dès le lendemain des êtres organisés commencent à y apparaître, et le plus souvent même dans la portion de liquide qui correspond au prolongement vertical de la petite ouverture faite au col. En présence de ces faits cent fois répétés, il est impossible de ne pas conclure avec M. Pasteur que, si l'air contribue à développer la vie, ce n'est pas par ses éléments gazeux, car ils ont pénétré librement dans le ballon, mais par quelque chose qui n'est pas gazeux et qui tombe verticalement dans l'air. Notre confrère affirmait que, si ces matières, tenues en suspension dans l'air par leur ténuité, ne pénètrent pas dans le ballon par le tube effilé, c'est qu'à raison des sinuosités de ce tube et de l'humidité qui recouvre constamment sa surface intérieure, ces matières *non gazeuses* avaient été retenues par leur adhésion pour ses parois.

» Cette déduction semblait certes bien légitime : la Commission voulut pourtant la vérifier par l'expérience directe. Elle soumit un des vases ainsi conditionnés à une forte agitation, de manière à ce que quelques gouttes

(1) Si l'on alléguait qu'elles sont altérées par l'ébullition, je rappellerais que, depuis neuf ans, M. Pasteur possède des ballons de ce genre remplis d'urine de sang, et recueillis directement sur les animaux, ballons qui n'ont point été chauffés, et qui cependant sont encore exempts de toute putréfaction et de tout développement d'êtres vivants.

du liquide fermentescible allassent mouiller quelques points de l'intérieur du tube effilé. Dès le lendemain, on voyait des filaments qui, s'irradiant de ce point, indiquaient que la vie s'y était développée.

» Ainsi, soit que la matière tombe de l'air dans le vase, soit que le liquide aille chercher cette matière dans le tube où elle a dû se déposer, la vie apparaît dès que le liquide et cette matière non gazeuse sont en présence.

» Pour savoir quelle est cette matière, M. Pasteur aspire de l'air et le force à passer dans un tube rempli de coton-poudre, entièrement soluble dans l'éther, et la dissolution du tampon montre, sur le porte-objet du microscope, des corps manifestement organisés (1).

» Comment les partisans absolus de l'hétérogénie expliquent-ils ces faits indiscutables? Ils sont obligés d'admettre que la substance albuminoïde contenue dans la liqueur ne renferme pas la totalité de la matière nécessaire à la vie; ils disent que l'air a apporté des matières solides *non vivantes*, complémentaires de ce qui est indispensable pour ce développement, et que, grâce à l'addition de ce *je ne sais quoi,* la matière albuminoïde, incapable de vivre par elle-même, s'est organisée.

» Pour M. Pasteur et pour ceux qui partagent ses idées, ces matières solides apportées par l'air n'agissent pas comme complémentaires de ce qui est nécessaire pour la vie. Elles l'apportent elles-mêmes, cette vie, elles en sont les germes; la matière albuminoïde est la nourriture des êtres qu'ils ont produits, et n'a servi qu'à leur développement et à leur multiplication.

» Nos deux confrères, qui ne sont pas des hétérogénistes purs, admettent aussi, en expliquant autrement leur rôle, la nécessité de germes apportés par l'air; mais je ne veux pas résumer ici leurs opinions, puisque je ne l'ai pas fait à la séance, dont ce *Compte rendu* doit être le résumé fidèle : ils sauront d'ailleurs, dans la séance prochaine, le faire certainement bien mieux que moi. »

M. Fremy demande la parole après M. Balard, et s'exprime ainsi :

« Pour éviter tout malentendu dans la discussion qui s'engage devant l'Académie sur les fermentations, je tiens à préciser nettement les points principaux qui me séparent de M. Pasteur.

» Les poussières contenues dans l'air peuvent-elles produire des moisis-

(1) Les travaux ultérieurs de M. Duclaux, un des meilleurs élèves de M. Pasteur, ont montré plus tard que l'un de ces globules, retenu par un tampon de coton ordinaire, amené et maintenu seul dans le champ du porte-objet du microscope, se développait aux dépens de la liqueur sucrée qui l'entourait, en donnant naissance à des filaments nombreux, dont le nombre et le prompt développement attestaient d'une manière directe la vitalité des spores contenus dans l'air.

sures en tombant dans certains milieux? Ce fait me paraît incontestable; il avait été établi avant les recherches de M. Pasteur, mais notre confrère a certainement ajouté d'excellentes démonstrations à celles que l'on possédait déjà.

» Sur ce premier point, je n'ai donc pas de difficulté sérieuse avec M. Pasteur.

» Les moisissures ont-elles souvent une autre origine que celle qui vient d'être rappelée? Je le crois, et ici M. Pasteur se trouve en contradiction avec des physiologistes éminents; quant à moi, je n'ai pas à intervenir dans cette partie de la discussion, qui appartient exclusivement aux sciences naturelles, et je ne voudrais pas m'exposer au reproche d'incompétence que M. Pasteur ne manquerait pas de m'adresser.

» Mais je repousse complétement les théories de M. Pasteur, lorsque notre confrère applique aux fermentations ses expériences relatives aux moisissures, et qu'il veut faire dériver les fermentations alcoolique, lactique, butyrique, etc., de germes de ferments qui existeraient dans l'air.

» J'affirme qu'il n'existe aucune expérience rigoureuse démontrant dans l'air la présence de ces êtres invisibles et insaisissables que M. Pasteur appelle les *germes de ferments;* et, qu'en outre rien ne prouve que les fermentations soient en rapport avec le développement physiologique de leurs ferments.

» Il est un autre point sur lequel je tiens aussi à m'expliquer avec M. Pasteur. Notre confrère aime à dire dans ses Mémoires sur les fermentations, et il a répété dans sa dernière Note, que *pour ses contradicteurs la fermentation est un phénomène corrélatif de la mort, tandis qu'il est pour lui corrélatif de la vie.*

» Dans le Mémoire que je prépare, je prouverai que ces expressions, quelque peu dramatiques, ne s'appliquent en aucune façon aux opinions que j'ai toujours professées sur les fermentations.

» Je soutiens, au contraire, que les ferments sont des agents que l'organisme crée selon ses besoins, tantôt pour modifier des corps comme l'amidon, tantôt pour détruire des sucs ou des tissus organiques, et rendre leurs éléments à l'air; seulement, au lieu de faire intervenir, comme M. Pasteur, dans la formation des ferments, l'influence de germes atmosphériques que personne ne connaît, que personne n'a vus et dont personne n'a prouvé l'existence, j'admets, avec un grand nombre de savants dont je rappellerai les travaux dans mon Mémoire, que les ferments organisés, comme la levûre de bière, sont de véritables cellules qui se produisent *directement,* sous l'influence de l'organisme même, comme toutes les cellules organisées,

comme le pollen, comme les grains aleuriques, etc., sans dériver de germes atmosphériques : et cependant leur développement exige, comme celui de la levûre, le concours de l'air. La théorie de M. Pasteur le conduit fatalement à faire dériver de germes atmosphériques tous les corpuscules organisés qui se trouvent dans les êtres vivants.

» J'espère donc que dorénavant entre M. Pasteur et moi il ne sera plus question de *phénomènes corrélatifs de la vie et de la mort*, ni même de *moisissures*, et que nous discuterons simplement sur la formation et le rôle des ferments.

» L'Académie sait que je tiens essentiellement à ne pas passionner le grave débat qui s'agite devant elle; aussi n'ai-je adressé aucune réponse aux phrases suivantes, que j'ai trouvées dans la dernière Note de M. Pasteur :

« La question de M. Fremy est absolument sans valeur.... M. Fremy me prête gratuitement certaines hérésies.... Je considère comme erronées, *autant qu'il est possible de le dire*, les assertions de M. Fremy.... M. Fremy n'a produit que des opinions surannées.... M. Fremy confessera-t-il ses erreurs si.... Jamais M. Fremy n'a donné la moindre preuve de ses assertions, et toutes mes expériences protestent contre leur exactitude. »

» Ces reproches sont bien durs, et il me serait facile de démontrer que je ne les ai pas mérités : mais comme dans une pareille discussion les faits seuls ont de l'importance, pour répondre à M. Pasteur, je me contente de disposer en ce moment des expériences nouvelles, dont je ferai connaître bientôt les résultats, et je répète celles que j'ai faites il y a trente années sur la fermentation lactique.

» Je suis persuadé que l'Académie approuvera ma conduite. Aussi n'aurais-je pas pris la parole dans cette séance, si je n'avais pas entendu, avec la plus douloureuse surprise, M. Balard déclarer que *tous ceux qui contestent les travaux de M. Pasteur font reculer la science de plusieurs années.*

» Je proteste de la manière la plus énergique contre les paroles de M. Balard.

» J'ai la conviction que la science expérimentale est appelée encore à jeter de vives lumières sur l'origine et le rôle de ces agents mystérieux qu'on nomme les *ferments,* dont le but physiologique est de restituer à l'atmosphère et au sol les éléments qui constituaient les organismes et qui sont appelés à en produire de nouveaux.

» Je ne connais pas en chimie physiologique de questions plus intéressantes et plus neuves encore que celles qui se rapportent aux fermentations; je supplie donc les savants qui les étudient comme moi en ce moment de croire que l'anathème prononcé par M. Balard n'est pas sans appel. Qu'ils n'éprouvent aucun découragement, qu'ils continuent et complètent

leurs recherches : je leur donne l'assurance qu'ils trouveront toujours, à l'Académie, des sympathies pour accueillir leurs travaux et des voix indépendantes pour faire ressortir l'importance de leurs découvertes. »

M. É. **Blanchard**, après la lecture de M. Trécul et les considérations présentées par M. Balard, expose les remarques suivantes :

« On s'étonne d'entendre encore aujourd'hui contester que les œufs ou les germes d'une multitude d'organismes inférieurs soient répandus avec les poussières dont l'air ne cesse d'être chargé, surtout pendant la saison chaude. Cette dissémination, qui s'effectue d'une manière incessante, est facile à reconnaître au moyen des observations et des expériences les plus simples; elle a été reconnue et vraiment démontrée il y a deux cents ans. Leeuwenhoek, poursuivant ses recherches sur les êtres microscopiques entre les années 1675 et 1680, constate que l'eau de pluie qui commence à tomber contient presque toujours des animalcules : cette eau a entraîné les poussières circulant dans l'atmosphère; au contraire, l'eau de pluie qui tombe depuis un certain temps n'offre aucun organisme vivant : l'air a été lavé. « De l'eau provenant de la fonte de la neige et préservée de toute atteinte » de l'air extérieur, dit encore Leeuwenhoek, ne contient pas un seul ani- » malcule, et ce n'est qu'après une exposition à l'air durant plusieurs jours » qu'on y découvre des Infusoires. » Ces faits sont déjà bien concluants.

» Pourrions-nous maintenant citer une observation à la fois plus simple et plus décisive que celle que nous avons rapportée dans un écrit sur les anciens micrographes, publié il y a peu d'années? Deux bocaux d'égale dimension, renfermant à peu près la même quantité d'eau et les mêmes débris de plantes aquatiques, avaient été fermés par un couvercle de papier et placés sur un balcon. Le vent emporte l'un des deux couvercles, qu'on ne remplace point; après quelques jours, on examine le contenu des deux vases : dans le vase encore fermé par un morceau de papier, c'est à peine s'il y a quelques Infusoires; dans le vase demeuré ouvert, fourmillent des êtres organisés de divers genres. Le rôle de l'abri imparfait n'est-il pas évident, l'effet de la chute des poussières absolument certain? L'expérience est à la portée de toute personne possédant un microscope.

» On a demandé comment on expliquerait la présence d'êtres vivants dont les germes auraient été apportés par l'air, dans des vases renfermant des matières organiques, lorsqu'on en constatait l'absence dans d'autres vases ne contenant que de l'eau et placés au même endroit. L'explication n'est nullement à chercher : les êtres ne se développent que s'ils parviennent à rencontrer les conditions nécessaires à leur existence. Les micro-

graphes, variant les infusions et les macérations, réalisaient des milieux différents; c'est ainsi qu'ils observaient dans les unes ce qu'ils ne voyaient jamais dans les autres. La loi est générale, et ici la comparaison est instructive : un embryon de Tænia, c'est-à-dire un Cysticerque, existe chez le lapin; le Cysticerque, avalé par un chien et introduit dans l'intestin, se trouve dans la condition indispensable à son développement; il devient bientôt un énorme Tænia. Mangé par un chat, qui est cependant comme le chien, un animal carnassier, le Cysticerque périt aussitôt. Le même phénomène se présente pour toutes les espèces de Tænias; l'homme doit avaler le Cysticerque du porc pour avoir le Tænia, et le chat le Cysticerque du rat. En un mot, la vie n'est possible pour les êtres que dans certaines conditions déterminées, et si ces conditions ne doivent être rencontrées que par une sorte de hasard, l'abondance des œufs ou des germes devient prodigieuse et assure la perpétuité des espèces. »

ASTRONOMIE. — *Note relative aux travaux de M.* Heis, *sur les étoiles filantes; par* **M. Faye.**

« M. le Dr Heis a bien voulu confirmer, par sa Lettre de fin décembre dernier, ce que j'ai dit à l'Académie au sujet des divers centres de radiation qui coexistent avec $\gamma$ du Lion, vers la mi-novembre. Le savant professeur de Munster fait remarquer que les centres d'émanation désignés par lui sous les signes A, C, D et R se vérifient chaque année, et que M. Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes, en a pleinement confirmé l'existence par ses observations. Il est curieux de retrouver, dès 1837, dans nos *Comptes rendus*, un indice de l'existence du centre désigné par la lettre C($\alpha = 15°, \delta = +62°$), dans la constellation de Cassiopée. M. Heis y a noté, en effet (*Comptes rendus*, t. V, p. 759), une observation de M. Danse, qui a compté, dans la nuit du 15 novembre, dix-sept météores divergeant de la constellation de Cassiopée ou des environs, dans le faible intervalle d'une minute et demie. Ces centres d'émanation de la mi-novembre se manifestent surtout lorsqu'on commence à observer à la nuit tombante.

» M. le Dr Heis annonce en même temps l'apparition prochaine de son *Uranométrie*, comprenant les étoiles visibles à l'œil nu, *dans le ciel boréal*, jusqu'à la 6-7e grandeur. Ce travail, dont l'apparition coïncidera avec l'*Uranométrie du ciel austral*, entreprise par M. Gould dans l'Amérique du Sud, paraît devoir être plus complet que les excellentes publications antérieures que nous possédons déjà sur le même sujet. Le même auteur doit publier très-prochainement d'importantes recherches sur la remarquable simultanéité des aurores boréales et australes. »

M. H. LARREY fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du discours qu'il a prononcé aux obsèques de M. *Longet*, le 7 décembre 1871, au nom de l'Académie de Médecine.

## RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur différents Mémoires de* M. W. de Fonvielle, *concernant des projets d'observations à effectuer dans des ascensions aérostatiques.*

(Commissaires : MM. Becquerel, Regnault, Le Verrier, Dupuy de Lôme, Edm. Becquerel rapporteur.)

« M. W. de Fonvielle a présenté à l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à des projets d'ascensions aérostatiques, dans le but d'étudier différentes questions d'astronomie et de physique du globe.

» La Commission reconnaît l'utilité qu'il y aurait à faire des observations de ce genre à diverses hauteurs dans l'atmosphère, mais en s'assurant préalablement des conditions nécessaires à l'exactitude des indications données par les instruments employés.

» Elle fait remarquer que, lors de la discussion des observations faites jusqu'ici dans les ascensions aérostatiques, on a généralement conclu, au moyen du baromètre, la hauteur à laquelle se trouve le ballon, et l'on n'a pu en tirer aucune conséquence précise pour l'étude de la relation qui existe entre ces trois quantités : la pression atmosphérique, la température de l'air et l'élévation de l'observateur. Il y aurait donc avantage à observer directement la hauteur du ballon par des observations trigonométriques : deux stations seraient nécessaires à cet effet; de chacune d'elles on déterminerait, à des instants fixés chronométriquement, la distance zénithale du ballon et son azimut par rapport à l'autre station.

» Les données expérimentales dont la Commission pense qu'il faudrait surtout se préoccuper, sont : la température et la force élastique de l'air ambiant.

» La détermination de la température de l'air à différentes hauteurs dans les ascensions aérostatiques est une des questions les plus délicates que l'observateur ait à résoudre, en raison du maniement difficile des appareils dans les conditions particulières où il est placé, ainsi que des causes nombreuses qui peuvent masquer la véritable température de l'air, au moment de l'observation. On peut essayer de garantir les appareils du rayonne-

ment des diverses parties de l'aérostat et de l'observateur, à l'aide d'écrans en métal poli, et opérer en donnant aux thermomètres un mouvement de rotation dans l'air. Une étude préliminaire de ce genre devrait précéder les observations faites à une certaine hauteur dans l'atmosphère. Il serait bon, si l'on veut opérer par une double méthode, de déterminer aussi les températures au moyen des appareils précis proposés par notre confrère M. Regnault, et d'après lesquels ces dernières sont données par des expériences faites après l'ascension, à l'aide de tubes métalliques primitivement vides, puis remplis d'air atmosphérique dans les régions où se trouve l'observateur. Il est nécessaire, comme on le sait, pour cette évaluation, que des tubes en nombre égal à ceux qui sont à la température ambiante, se trouvent placés dans une enceinte ayant une température constante déterminée, et soient fermés en même temps que les premiers (1).

» La pression atmosphérique devrait être observée, non-seulement par la méthode précédente, qui la détermine en même temps que la température de l'air, mais encore avec un baromètre à mercure ainsi qu'à l'aide d'un baromètre métallique, compensé de la température, et vérifié pour de grandes différences de pression (2).

» La Commission ne saurait entrer ici dans l'examen des questions abordées par M. W. de Fonvielle, et qui sont relatives à l'humidité de l'air, à l'électricité atmosphérique, aux vibrations sonores, aux mouvements divers et à la marche des aérostats, ni indiquer toutes les observations qu'il serait utile de faire, car elles dépendent des observateurs, ainsi que des circonstances dans lesquelles se feraient les ascensions, circonstances qui demanderaient à être précisées à l'avance. Elle ne saurait non plus se prononcer sur la valeur des appareils proposés et qui n'ont pas encore été suffisamment expérimentés; mais elle pense qu'il y aurait intérêt pour la science, d'avoir, indépendamment des données relatives à la température et à la pression atmosphérique, des indications sur l'humidité et même sur l'électricité atmosphérique, qui pourraient être utiles à l'étude des conditions physiques diverses des masses aériennes.

» La Commission ne peut donc qu'engager M. W. de Fonvielle à donner suite à ses projets, en lui recommandant de s'attacher d'abord à l'étude d'un petit nombre de questions bien définies, telles que la pression atmo-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIV, p. 229, 1862.

(2) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 2e série, t. XIII, p. 513, 1866.

sphérique, la température de l'air, l'élévation de l'observateur, et à l'emploi de méthodes très-précises qui peuvent seules donner de la valeur aux résultats obtenus. »

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Équations du mouvement vibratoire d'une lame circulaire.* Mémoire de **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Soient :

$\rho_0$ le rayon moyen de la lame à l'état naturel;

$r = \rho_0(1 + u)$ l'équation polaire de l'axe moyen de la pièce déformée;

$\theta + w$ ce qui devient l'angle polaire $\theta$ correspondant à une section déterminée;

EI, $\varpi$, $\omega$ le moment d'élasticité, le poids spécifique et la section de la pièce;

$\mu^2 = \frac{\varpi}{g}\frac{\rho_0}{E}$, $\nu^2 = \frac{\varpi}{g}\frac{\rho_0^4\omega}{2EI}$, $\eta^2 = \frac{\rho_0^2\omega}{EI}$, $\frac{dw}{d\theta} + u = z$;

$2\theta_1$ l'angle au centre de la lame.

» Les équations du mouvement sont les suivantes :

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2z}{d\theta^2} + z - \mu^2\dfrac{d^2}{dt^2}(z - 2u) = 0, \\ \dfrac{d^2}{d\theta^2}\left(\dfrac{d^2u}{d\theta^2} + u\right) + \nu^2\dfrac{d^2u}{dt^2} + \eta^2 z = 0, \end{cases}$$

et comprennent, comme cas particuliers, celles qui sont relatives à une verge rectiligne.

» Ces équations deviennent incompatibles lorsque l'on y suppose $u = 0$ ou $w = 0$. Les deux systèmes de vibrations doivent donc nécessairement coexister.

» Si la pièce circulaire est encastrée en son milieu, on a pour conditions :

$$(2)\qquad u = 0,\quad \frac{du}{d\theta} = 0,\quad \text{pour}\quad \theta = 0,$$

et

$$(3)\qquad z = 0,\quad \frac{dz}{d\theta} + \frac{\mu^2}{\nu^2}\frac{d}{d\theta}\left(\frac{d^2u}{d\theta^2} + \mu\right) = 0.$$

» Posons

$$u = \Sigma A \sin m(\theta - \theta_1) \cos n(t - \alpha),$$
$$z = \Sigma B \sin m(\theta - \theta_1) \cos n(t - \alpha),$$
$$m = i\frac{\pi}{\theta_1},$$

$i$ étant un nombre entier.

» A chaque valeur de $m$ correspondent deux valeurs de $n^2$, et, par conséquent, deux valeurs de $\frac{A}{B}$. Nous ne donnerons à $m$ que des valeurs qui rendent $n^2$ réel et positif.

» Ainsi donc, pour chaque valeur de $m$, nous avons deux arbitraires que l'on peut déterminer par les secondes des conditions (2) et (3); mais on n'obtient ainsi qu'une intégrale particulière du problème, ou correspondant à un état vibratoire initial particulier. Il me paraît fort difficile de résoudre le problème dans toute sa généralité. »

**M. J. Carvallo** soumet au jugement de l'Académie deux nouveaux Mémoires de Mécanique rationnelle.

Le premier contient deux démonstrations nouvelles du principe suivant : La répartition des forces élastiques s'exerçant entre deux surfaces de séparation, réelles ou idéales, a toujours lieu de manière que la somme des moments des volumes élémentaires de la déformation soit un minimum, ou que sa variation totale soit nulle.

Le second renferme l'application de ce principe à l'équilibre d'une table qui repose sur quatre pieds, et en général sur $n$ pieds.

L'auteur annonce l'intention d'adresser prochainement à l'Académie des Mémoires sur l'équilibre élastique des prismes, des cylindres, des corps de forme quelconque, en faisant connaître les lois mathématiques de la déformation des surfaces élastiques de tous les ordres.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

**M. J. Carvallo** adresse une seconde Note sur la détermination d'intégrales nouvelles.

Celle-ci renferme la discussion de la courbe remarquable parcourue par un mobile sur la surface intérieure d'un cône de révolution dont l'axe est vertical. Suivant que l'angle polaire d'une demi-révolution est avec la demi-circonférence dans un rapport entier, fractionnaire ou irrationnel, la projection de la courbe sur un plan horizontal forme un seul rayon à double courbe symétrique, ou une étoile formée de rayons à doubles

courbes symétriques, dont le nombre dépend du dénominateur de la fraction, ou enfin une série indéfinie de ces rayons, tournant sans jamais revenir à leur position primitive.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. T. Desmartis adresse une nouvelle Note sur la contagion de la fièvre puerpérale, et sur l'emploi des préparations phéniquées comme spécifique contre cette maladie.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Laroulandie adresse une lettre relative à l'outillage imaginé par M. *Portail* pour le creusement des puits.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Rabache adresse une nouvelle Note relative à diverses questions d'Astronomie.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Nielsen adresse, de Copenhague, une Note concernant un procédé industriel de conservation du sang et la préparation de divers aliments, tels que le chocolat, dans lesquels le sang peut entrer pour les 25 centièmes.

(Commissaires : MM. Peligot, Bouley.)

M. A. Petilleau adresse une Note relative à un projet d'appareil auquel il donne le nom de « presse-moteur ».

(Renvoi à l'examen de M. Phillips.)

M. P. de Josefowicz adresse un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Nouvelle idée de l'infini ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Kimball adresse, de Boston, une Lettre relative à un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume adressé par M. *Quesneville*, et contenant la série des numéros du « Moniteur scientifique » de l'année 1871 ;

2° Un volume de M. *Armieux*, intitulé : « Études médicales sur Barèges ».

Ce dernier ouvrage, présenté à l'Académie par M. Larrey, et accompagné d'une Note manuscrite rédigée par l'auteur, sera renvoyé au concours des prix de Médecine pour l'année 1872.

M. le Secrétaire perpétuel signale, en outre, un volume de M. *Emm. Liais*, portant pour titre : « Suprématie intellectuelle de la France. Réponse aux allégations germaniques ».

En présentant cet ouvrage à l'Académie, de la part de l'auteur, M. le Secrétaire perpétuel donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un ouvrage que je viens de publier sous le titre de *Suprématie intellectuelle de la France*.

» Quoique les matières traitées dans ce livre sortent, pour la plupart, du cadre dans lequel se renferment les travaux de votre Compagnie, mon ouvrage a un but auquel l'Académie, je l'espère, ne sera pas indifférente; car ce but est de prouver que la France, malgré ses désastres, reste à la tête du mouvement intellectuel. »

M. le Maire de la ville de Saintes sollicite de l'Académie, pour la bibliothèque de cette ville, qui vient d'être détruite par l'incendie, l'envoi des collections ou des ouvrages dont elle pourra disposer.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. Carvallo prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des places actuellement vacantes dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — Lettre de M. JANSSEN *sur les conséquences principales qu'il peut, dès aujourd'hui, tirer de ses observations sur l'éclipse de décembre dernier* (1).

« Sholoor, 19 décembre 1871.

» J'ai eu l'honneur de vous envoyer, le jour même de l'éclipse, quelques lignes pour informer l'Académie que j'avais observé l'éclipse par un ciel exceptionnel, et que mes observations me conduisaient à admettre une origine solaire à la Couronne.

» Immédiatement après l'éclipse, j'ai dû m'occuper de régler tout ce qui se rapportait à mon expédition dans les montagnes, personnel et matériel, aussi n'ai-je pu achever une relation détaillée; mais je profite du départ de ce courrier, pour donner quelques détails indispensables sur les résultats annoncés.

» Sans entrer dans une discussion qui fera partie de ma relation, je dirai d'abord que la magnifique Couronne observée à Sholoor s'est montrée sous un aspect tel, qu'il me paraîtrait impossible d'admettre ici une cause de l'ordre des phénomènes de diffraction ou de réflexion sur le globe lunaire, ou encore de simple illumination de l'atmosphère terrestre.

» Mais les raisons qui militent en faveur d'une cause objective et circumsolaire prennent une force invincible quand on interroge les éléments lumineux du phénomène.

» En effet, le spectre de la Couronne s'est montré dans mon télescope, non pas continu, comme on l'avait trouvé jusqu'ici, mais remarquablement complexe. J'y ai constaté :

» Les raies brillantes, quoique bien plus faibles, du gaz hydrogène qui forme le principal élément des protubérances et de la chromosphère;

» La raie brillante verte qui a déjà été signalée pendant les éclipses de 1869 et 1870, et quelques autres plus faibles;

» Des raies obscures du spectre solaire ordinaire, notamment celle du sodium (D) : ces raies sont bien plus difficiles à apercevoir.

» Ces faits prouvent l'existence de matière dans le voisinage du Soleil, matière qui se manifeste dans les éclipses totales par des phénomènes d'émission, d'absorption et de polarisation.

---

(1) L'enveloppe de cette lettre porte le timbre, parfaitement lisible, de *Ootacamund* : c'est donc ainsi qu'il faut rectifier l'ortographe de ce mot, lu d'une manière vicieuse dans le *Compte rendu* du 18 décembre 1871 (t. LXXIII, p. 1437).

» Mais la discussion des faits nous conduit plus loin encore.

» Outre la matière cosmique indépendante du Soleil, qui doit exister dans le voisinage de cet astre, les observations démontrent l'existence d'une atmosphère excessivement rare, à base d'hydrogène, s'étendant beaucoup au-delà de la chromosphère et des protubérances, et s'alimentant de la matière même de celles-ci, matière lancée avec tant de violence, ainsi que nous le constatons tous les jours.

» La rareté de cette atmosphère, à une certaine distance de la chromosphère, doit être excessive; son existence n'est donc point en désaccord avec les observations de quelques passages de comètes près du Soleil. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété des focales des surfaces.* Note de **M. Maurice Levy**, présentée par M. Bertrand.

« La proposition que je veux établir est celle-ci : *Une surface quelconque et sa focale se coupent à angle droit en tous leurs points d'intersection.*

» J'observe d'abord que tout plan normal à une ligne double d'une développable passant par le cercle de l'infini coupe cette développable suivant deux génératrices rectilignes, et réciproquement tout plan contenant deux génératrices rectilignes de la développable est normal à la ligne double d'où ces génératrices sont issues (1).

» D'après cela, soit M un des points de rencontre d'une surface quelconque S et de sa focale, la focale étant définie la ligne double de la développable circonscrite à la surface et au cercle de l'infini. Menons le plan tangent en M à la surface, et joignons le point de contact aux deux points I et J où ce plan tangent coupe le cercle de l'infini. Les droites MI et MJ sont deux génératrices de la développable circonscrite à la surface et au cercle de l'infini. Car : 1° ces droites sont issues d'un point de la ligne double de cette développable; 2° elles rencontrent le cercle de l'infini; 3° elles sont tangentes en M à la surface. Donc, d'après la remarque

---

(1) J'avais d'abord établi cette proposition à titre de lemme préliminaire; mais M. Laguerre vient de me faire observer qu'il l'a établie avant moi au *Bulletin de la Société philomathique* de décembre 1870, dans un Mémoire sur l'emploi des imaginaires dans la géométrie de l'espace. J'en supprime donc ici la démonstration. Ce lemme peut encore être énoncé ainsi : *Si une section plane faite dans une surface quelconque a un ou quelques-uns de ses foyers placés sur la focale de la surface, le plan sécant est normal à la focale en ces points foyers, et réciproquement.*

ci-dessus, le plan qui les renferme, c'est-à-dire le plan tangent à la surface en M, est normal à la focale.

» *Remarque I.* — Notre démonstration suppose que le point M n'est pas un point singulier de la focale ou de la surface.

» *Remarque II.* — Dans un travail sur un autre sujet, nous avons établi le théorème suivant : *Pour que des surfaces quelconques en nombre infini puissent faire partie d'un système orthogonal, il est nécessaire que le lieu de leurs ombilics les coupe toutes à angle droit.* — On voit, par le théorème qui fait l'objet de la présente Note, que cette condition est toujours remplie pour des surfaces homofocales. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une Communication récente de M. le général* Didion, *concernant une expression du rapport de la circonférence au diamètre.* Extrait d'une Lettre de **M. Catalan** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le *Compte rendu* de la séance du 2 janvier, que je reçois à l'instant, contient une Note de M. le général Didion. Permettez-moi de faire, au sujet de cette Communication, deux remarques très-courtes :

» 1° Les formules trouvées par M. Didion sont loin d'être nouvelles, comme il le croit : je les ai publiées, en grande partie, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* (1842, p. 196); dans mes *Théorèmes et Problèmes de Géométrie élémentaire* (1852, 1865), etc.;

» 2° Le véritable auteur de ces diverses formules est, si je ne me trompe, Euler. Dès 1760, ce grand Géomètre donnait, dans les *Nouveaux Commentaires de Pétersbourg*, cette relation curieuse :

$$\frac{\pi}{2} = \text{séc}\,\frac{\pi}{4}\,\text{séc}\,\frac{\pi}{8}\,\text{séc}\,\frac{\pi}{16}\cdots$$

» Il est facile de voir qu'elle ne diffère pas, au fond, de la principale des formules en question. »

**M. Élie de Beaumont** fait remarquer que l'observation de M. *Catalan* laisse toujours à M. le général Didion le mérite d'avoir retrouvé, sous une forme différente, une formule fort élégante, indiquée autrefois par Euler, mais cependant assez peu connue.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des lames élastiques vibrantes pour la réalisation d'un propulseur, à propos d'une Communication récente de M.* de Tastes. Note de **M. E. Ciotti**, présentée par M. Serret.

« M. de Tastes, professeur à Tours, a communiqué à l'Académie, dans la séance du 11 décembre 1871, une Note relative à l'emploi des lames élastiques vibrantes comme moyen de propulsion. Mes idées sur ce sujet sont bien anciennes, et je suis en mesure de démontrer que, depuis longtemps déjà, je suis parvenu à les réaliser pratiquement par des expériences nombreuses exécutées à Palerme, à Paris et à Tours. Mes premiers essais ont été commencés à Palerme en 1860, sur un petit bateau de $1^m,60$ de longueur, muni d'une machine à vapeur, vrai modèle de perfection, sorti des ateliers de M. Huer : les résultats ont été des plus satisfaisants. Je possède encore le bateau et ses accessoires.

» Au printemps de l'année 1870, j'ai été autorisé par l'administration de la Ville de Paris à faire des expériences sur un des lacs du bois de Boulogne : ces expériences ont été exécutées publiquement sur une embarcation et avec un mécanisme construit par M. Strube, boulevard d'Enfer.

» Un modèle de bateau de plus grandes dimensions était en construction lorsque la guerre éclata ; j'ai dû l'abandonner en quittant Paris au mois de septembre, pour me rendre à Tours, où j'ai fait construire, sur mes dessins et exclusivement à mes frais, un bateau plat qui se trouve actuellement dans le canal de jonction du Cher à la Loire ; c'est avec ce bateau, muni d'une machine à vapeur, que je me propose de compléter des expériences dont j'aurai l'honneur de communiquer ultérieurement les résultats à l'Académie.

» Des expériences faites publiquement suffisent assurément pour m'assurer la priorité de mon invention ; je peux d'ailleurs produire un document authentique qui ne laisse subsister aucun doute à cet égard. Je veux parler d'un brevet pris par moi sans aucune arrière-pensée d'intérêt matériel : ce brevet, daté du 23 avril 1869, porte le n° 85386. Je crois devoir citer textuellement les premières lignes du Mémoire descriptif qui accompagne le brevet dont je viens de parler :

« Mon système de propulsion consiste dans l'emploi d'une ou de plusieurs lames élastiques ou non élastiques, selon les cas, auxquelles, au moyen d'un moteur quelconque et

d'un mécanisme convenable, on donne un mouvement circulaire alternatif analogue au mouvement de la queue d'un poisson (1). »

PHYSIQUE. — *Électrisation par frottement observée dans le sulfure de carbone, et décomposition de ce corps par la lumière*. Note de **M. Th. Sidot**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« En étudiant l'action que certains métaux exercent sur le sulfure de carbone pur sous l'influence de la lumière solaire, j'ai constaté que ceux-ci jouissaient d'une propriété physique très-remarquable, celle de s'électriser par le frottement avec le verre dans le sulfure de carbone. Ainsi, par exemple, le fer, l'argent, l'aluminium produisent des étincelles électriques quand on les agite assez fortement dans un matras avec du sulfure de carbone pur. De ces trois métaux, celui qui s'électrise le mieux c'est l'argent; puis l'aluminium, ensuite le fer. Quant aux autres métaux, tels que le platine, le cuivre, le zinc, etc., ils ne paraissent point s'électriser, ou du moins je n'ai pu constater leur électrisation par l'agitation.

» Pour bien faire l'expérience, on prend un matras d'essayeur en verre blanc épais et bien sec, dans lequel on met 15 à 20 grammes d'argent grenaillé, et 30 à 40 grammes de sulfure de carbone pur : on ferme ensuite le matras avec un bon bouchon; mieux vaut le fermer à la lampe. On le sèche en le chauffant légèrement, puis on l'agite pendant quelque temps dans l'obscurité, et presque aussitôt on voit jaillir des étincelles au sein du liquide. Ces étincelles augmentent en agitant plus longtemps et plus fortement le matras, au point de le rendre presque entièrement lumineux.

» Si pendant que l'on opère cette électrisation du verre l'on vient à verser de l'eau sur le matras, immédiatement on voit toute lueur disparaître, mais pour reparaître si l'on continue l'agitation dans l'air. L'électricité dégagée sur le verre est positive; en outre, j'ai observé que les étincelles se produisent dans la masse même du liquide. J'ai vérifié ce fait en remplissant un matras presque complétement de sulfure de carbone, qu'il m'a suffi de fermer avec un bouchon; puis j'ai agité fortement afin de pouvoir

---

(1) M. Serret croit devoir faire remarquer à l'Académie que M. de Tastes, dans sa Communication du 11 décembre 1871, n'a en aucune façon contesté les droits de priorité que M. Ciotti revendique aujourd'hui. Le professeur de Tours a même eu le soin de mentionner, dans sa Note insérée au *Compte rendu*, les déclarations que M. Ciotti lui avait faites au sujet de ses expériences.

vaincre la résistance du liquide qui s'oppose plus que l'air au mouvement du métal, et les étincelles ont été également très-abondantes.

» J'indiquerai maintenant les résultats que j'ai obtenus relativement à l'action chimique exercée par la lumière sur le sulfure de carbone.

» Il est déjà démontré par l'expérience que le sulfure de carbone parfaitement pur, abandonné dans l'obscurité, soit seul, soit en présence de l'argent ou du mercure purs, ne s'altère plus; il n'en sera plus de même si ce sulfure est exposé aux rayons solaires pendant plusieurs mois.

» En effet, je puis démontrer dès aujourd'hui par une expérience de longue durée, que le sulfure de carbone pur et isolé, comme en présence d'un métal sulfurable, l'argent par exemple, se décompose sous l'influence de la lumière solaire, en donnant naissance à un gaz particulier et à une matière solide rouge et floconneuse.

» Je n'ai pas encore pu faire l'analyse de ces deux produits, l'expérience n'étant pas achevée, en raison de la saison qui ne permet pas d'avoir une intensité lumineuse suffisante à la marche des expériences; mais aussitôt qu'elles seront terminées, j'aurai l'honneur d'en soumettre les résultats à l'Académie, ainsi que la description des appareils dans lesquels s'opère en ce moment cette décomposition. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique.* Note de **MM. F. Lucas** et **A. Cazin**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans deux Notes présentées à l'Académie des Sciences et insérées aux *Comptes rendus* des 25 avril et 20 juin 1870, nous avons exposé comment la durée d'une étincelle électrique dépend de la surface $s$ du condensateur et de la distance $l$ des deux boules entre lesquelles se fait l'explosion.

» Cette durée $y$ est donnée par la formule

$$(1) \qquad y = h(1 - a^s)(1 - b^l),$$

dans laquelle $a$ et $b$ sont des bases numériques moindres que l'unité. La valeur de $a$ dépend de l'unité à laquelle on rapporte la surface d'une des armatures du condensateur, lesquelles sont égales; celle de $b$ dépend de l'unité de longueur avec laquelle on évalue la distance explosive.

» Dans toutes les expériences qui nous ont servi pour établir la formule ci-dessus, les armatures de la batterie de Leyde communiquaient avec les deux boules de décharge par deux fils de cuivre ayant ensemble une longueur de $3^m,78$. Leur diamètre était de $0^{mm},9$.

» On change, toutes choses égales d'ailleurs, la durée de l'étincelle en faisant varier la résistance du circuit. Afin de déterminer la loi de ce nouveau phénomène, nous avons ajouté au circuit primitif diverses longueurs d'un fil de laiton de $0^{mm},338$ de diamètre, isolé dans l'air et ayant toutes ses parties très-éloignées les unes des autres, et nous avons mesuré les durées correspondantes des étincelles.

» Nous avons ainsi établi la formule

$$(2) \qquad y = \frac{y_0}{1 + cr^{\frac{4}{5}}},$$

dans laquelle

$y$ représente la durée effective de l'étincelle électrique;

$y_0$, la valeur limite que prendrait cette durée si l'on supprimait toute résistance entre la batterie et les boules;

$r$, la mesure de la résistance interposée;

$c$, une constante dont la valeur dépend de l'unité à laquelle on rapporte la mesure de cette résistance.

» En prenant pour cette unité 1 mètre de fil de laiton du diamètre de $0^{mm},338$, nous avons trouvé

$$(3) \qquad \begin{cases} \log c = \bar{1},8108817, \\ c = 0,646966. \end{cases}$$

» La résistance du fil de cuivre qui formait notre circuit primitif étant équivalente à celle de $0^{m},142$ de notre fil de laiton, on obtenait, pour chaque expérience, la valeur de $r$, en ajoutant ce nombre 0,142 à la longueur en mètres du fil de laiton introduit dans le circuit.

» *Première série d'expériences.* — Ayant installé une batterie de 4 jarres et des boules de platine distantes de 8 millimètres, nous avons fait varier $r$ depuis $0^{m},142$ jusqu'à 30 mètres.

» Les résultats donnés par la formule (2) se trouvent d'accord avec ceux de nos expériences en faisant

$$(4) \qquad \begin{cases} \log y_0 = 1,6212371, \\ y_0 = 41,806. \end{cases}$$

» C'est ce qui ressort de l'inspection du tableau suivant :

| r | S | N | 12n | y observé. | y calculé. | DIFFÉRENCE. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| m 0,142 | $34.2^t + 51.3^t + 15.4^t = 281^t$ | 100 | 574 | 36,75 | 36,81 | — 0,06 |
| 2,000 | $8.1^t + 35.2^t + 7.3^t = 99^t$ | 50 | 624 | 20,51 | 19,68 | 0,83 |
| 5,000 | $25.1^t + 25.2^t = 75^t$ | 50 | 629 | 12,71 | 12,49 | 0,22 |
| 10,000 | $40.1^t + 10.2^t = 60^t$ | 50 | 630 | 7,93 | 8,23 | — 0,30 |
| 20,000 | $40.1^t + 10.2^t = 60^t$ | 50 | 945 | 5,05 | 5,16 | — 0,11 |
| 30,000 | $45.1^t + 5.2^t = 55^t$ | 50 | 994 | 4,02 | 3,86 | 0,16 |

(S désigne le nombre des traits observés dans le chronoscope; N est le nombre des observations; *n* est le nombre des tours fait moyennement en une minute par la manivelle du chronoscope.)

» L'unité de temps à laquelle est rapportée la durée des étincelles est, comme dans nos précédentes Communications, le millionième de seconde.

» *Deuxième série d'expériences.* — Avec une batterie de 8 jarres et en réduisant à 5 millimètres l'écartement de nos boules de platine, nous avons fait

$$(5)\qquad \begin{cases} \log y = 1,6063652, \\ y_0 = 40,40, \end{cases}$$

et obtenu les résultats suivants :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *r*............... | m 0,142 | m 2,00 | m 5,00 | m 10,00 | m 20,00 |
| *y* observé........ | 35,71 | 19,24 | 11,70 | 7,82 | 3,21 |
| *y* calculé........ | 35,57 | 19,00 | 12,08 | 7,95 | 4,98 |

» La constance de la valeur numérique de *c*, pour ces deux séries d'expériences, montre que cette valeur est *indépendante de la surface du condensateur et de la distance explosive.*

» *Formule générale.* — On peut réunir dans une seule formule les lois représentées par les formules (1) et (2) en posant

$$(6)\qquad y = \mathrm{H}\frac{(1-a^s)(1-b^l)}{1+cr^{\frac{4}{5}}}.$$

» La durée $y$ se trouve ainsi exprimée au moyen des trois variables $s$, $l$, $r$, qui mesurent respectivement la surface du condensateur, la distance explosive et la résistance interposée entre la batterie et les boules de décharge.

» La valeur numérique de la constante H dépend de l'unité à laquelle on rapporte la mesure du temps. Nous savons qu'elle dépend aussi de la nature des boules, mais non de leur diamètre.

» *Décharges en cascade.* — La formule (6) représente la loi générale du phénomène lumineux qui accompagne la décharge d'une batterie électrique, dont les jarres sont réunies en surface.

» Des lois nouvelles interviennent lorsqu'on les réunit *en cascade*.

» Supposons, par exemple, qu'on ait formé deux batteries ordinaires, de surface $\alpha$ et $\beta$.

» En les réunissant en une seule, on obtiendrait une batterie, de surface

$$\Sigma = \alpha + \beta, \tag{7}$$

qui, dans des conditions expérimentales déterminées, produirait une étincelle de durée $y$, régie par la formule (6).

» Si maintenant, sans faire aucun autre changement dans les conditions de l'expérience, on attelait *en cascade* les deux batteries partielles, la durée Y de l'étincelle deviendrait plus petite que précédemment.

» La dépendance qui existe entre les durées de ces deux étincelles est définie par la formule

$$Y = 4\left(\frac{\alpha\beta}{\Sigma^2}\right)^{\frac{4}{3}} y, \tag{8}$$

que nous avons soumise, avec succès, à plusieurs vérifications.

» Prenant d'abord 8 jarres égales, qui, disposées en surface, nous donnaient, dans certaines conditions expérimentales, une étincelle durant, en millionième de seconde,

$$y = 57,16, \tag{9}$$

nous les avons divisées, de toutes les manières possibles, en deux groupes (ou batteries partielles) attelés en cascade, et nous avons mesuré les étincelles correspondantes.

» Voici le tableau des résultats obtenus :

| GROUPES. | $\alpha\beta$ | $\Sigma$ | S | N | $12n$ | Y observé. | Y calculé. | DIFFÉRENCE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 jarres et 1 | 7 | 8 | $72.1^t + 28.2^t = 128^t$ | 100 | 474 | 12,23 | 11,96 | —0,27 |
| 6 jarres et 2 | 12 | 8 | $21.1^t + 71.2^t + 8.3^t = 187^t$ | 100 | 496 | 23,59 | 24,54 | 0,95 |
| 5 jarres et 3 | 15 | 8 | $3.1^t + 57.2^t + 37.3^t + 3.4^t = 240^t$ | 100 | 509 | 33,39 | 33,11 | —0,28 |
| 4 jarres et 4 | 16 | 8 | $50.1^t + 45.3^t + 5.4^t = 255^t$ | 100 | 500 | 37,00 | 36,01 | —0,99 |

(S, N et $n$ ont les mêmes significations que dans le tableau précédent.)

» Avec 6 jarres et dans des conditions expérimentales pour lesquelles on avait

$$y = 34,13, \tag{10}$$

nous avons obtenu les résultats suivants :

| Groupes..... | $\alpha = 5,\ \beta = 1.$ | $\alpha = 4,\ \beta = 2.$ | $\alpha = 3,\ \beta = 3.$ |
|---|---|---|---|
| Y observé.... | 9,71 | 17,81 | 22,45 |
| Y calculé..... | 9,81 | 18,37 | 21,50 |

» Ces recherches ont été faites, dans l'été de 1870, à l'Observatoire de Paris.

» Nous avions commencé l'étude des cascades multiples lorsque les événements politiques ont arrêté nos travaux. Nous n'avons pas pu les reprendre, faute d'un local suffisant, celui que nous avions étant employé à un autre usage. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la cause de la fermentation alcoolique par la levûre de bière, et sur la formation de la leucine et de la tyrosine dans cette fermentation;* par **M. A. Béchamp.**

« M. Liebig, au début du Mémoire dont il a été question à la séance de l'Académie du 18 décembre dernier, dit : « J'avais admis que la résolution » de la matière fermentescible en composés plus simples devait être ramenée » à un phénomène de décomposition ayant lieu *dans le ferment,* et que » l'action de ce même ferment sur la matière fermentescible continuait ou » cessait selon la prolongation de l'altération produite dans le ferment. » Pour la partie physiologique, tout le Mémoire de M. Liebig est là.

» Sans doute, comme autrefois, M. Liebig admet que la décomposition du sucre est « amenée par la destruction ou la modification d'une ou de » plusieurs parties constituantes du ferment, et n'a lieu qu'au contact » des deux matières. » Seulement, aujourd'hui, le phénomène s'accomplirait *dans le ferment*, tandis qu'autrefois M. Liebig regardait le ferment comme *un précipité engendré par le gluten devenant insoluble en s'oxydant*. Or, « dans » le ferment » ne se comprend que de quelque chose ayant un contenu dans un contenant, et n'a pas de sens, quand il s'agit d'une matière non organisée qui devient insoluble en s'oxydant.

» Aujourd'hui que M. Liebig a changé d'avis et qu'il reconnaît que la levûre de bière et celle du vin sont un cryptogame plus ou moins développé, l'expression « dans le ferment » se conçoit; mais je ne sache pas

qu'anciennement M. Liebig ait, de près ou de loin, admis que l'organisation de la levûre fût pour quelque chose dans le phénomène de la fermentation.

» Si j'ai bien compris la partie métaphysique du Mémoire de M. Liebig, il est évident que ce qu'il cherche dans la levûre, c'est une substance ou une association de substances capables d'agir sur le sucre de canne comme la diastase sur la fécule, ou la synaptase sur l'amygdaline. En un mot, M. Liebig tend toujours à rapprocher la fonction des ferments organisés de celle des zymases ou ferments solubles. Je me suis déjà expliqué sur ce rapprochement (1) : il n'est pas fondé. Les zymases sont, non le fruit de l'altération d'une substance albuminoïde, mais celui de la fonction normale et physiologique d'un organisme actuellement vivant. Un organisme engendre les ferments solubles pour s'en servir. Ainsi, la levûre de bière contient et forme sans cesse, comme les autres moisissures que j'ai étudiées, la substance que j'ai appelée *zymase*. Celle-ci est une substance albuminoïde aussi bien que la diastase et la synaptase ou la siatozymase (diastase salivaire de M. Mialhe). Elle n'est, pas plus que ces substances, un produit de décomposition, et elle est formée par la levûre pour son usage, c'est-à-dire dans le but physiologique de transformer le sucre de canne en glucose qu'elle puisse consommer. M. Liebig n'est pas de cet avis; il considère la zymase comme un produit de décomposition d'une des parties intégrantes de la levûre. Cette conclusion, il la tire de ce que l'eau qui séjourne longtemps sur la levûre acquiert la propriété d'intervertir le sucre de canne (2).

» J'ai étudié cette question, il y a de cela déjà sept ans. Dans une Note « Sur l'épuisement physiologique, et la vitalité de la levûre de bière (3) », j'ai montré que, pendant son séjour dans l'eau, elle s'épuise et sécrète de l'acide phosphorique, en même temps que d'autres produits. J'ai montré, enfin, que, jusqu'à la fin de cet épuisement, la levûre produit la zymase, qui est capable d'intervertir le sucre de canne. Les précautions que j'ai prises ayant éloigné la putréfaction, et par suite la formation de produits fétides, ni Vibrions, ni Bactéries n'ont apparu.

» En 1864, dans une Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 4 avril, je soutenais que la zymase préexistait dans la levûre. En effet, la

(1) *Comptes rendus*, 4 avril 1864.

(2) *Mémoire de M. Liebig* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 11).

(3) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 689; 1865.

levûre lavée, bien égouttée, étant broyée avec du sucre de canne solide, de manière à faire une pâte épaisse, incapable de fermenter, intervertissait pourtant très-rapidement le sucre de canne. Il fallait démontrer que, dans le cas où l'on broie le sucre solide avec la levûre en pâte, elle excrète vraiment une partie de son contenu. L'expérience me semble capitale.

» Lorsque, à de la levûre de bière bien lavée et égouttée, on ajoute du sucre de canne solide, même en grande quantité, le tout se liquéfie et le sucre se dissout. Le phénomène rappelle celui qui se produit lorsque, par l'introduction d'un aliment dans la bouche, il y a afflux de salive. La levûre n'abandonne-t-elle que de l'eau au sucre? On va en juger.

» 350 grammes de levûre, au sortir de la brasserie, sont rapidement lavés à l'eau distillée. La matière bien égouttée est broyée avec 230 grammes de sucre de canne. Le mélange se fluidifie aussitôt et le sucre se dissout. On jette sur un filtre. Le liquide sirupeux, épais, qui filtre est aussitôt essayé; il se trouble par une addition d'alcool, aussi bien que par l'extrait de saturne. La filtration est lente; après vingt-quatre heures, il avait passé une assez grande quantité de liquide parfaitement limpide, dans lequel aucune trace de fermentation ne se manifeste; on y ajoute de l'alcool à 85 degrés, tant qu'il y a trouble. Après vingt-quatre heures, un précipité floconneux blanc est recueilli sur un filtre et lavé avec de l'alcool un peu plus faible. Le précipité, égoutté et comprimé entre deux feuilles de papier buvard, est presque totalement soluble dans l'eau. La solution ne réduit pas le réactif cupro-potassique; mais, si l'on y dissout du sucre de canne, déjà à la température ordinaire, plus rapidement à 40 ou 45 degrés, il s'intervertit complétement au bout de peu de temps. Mais cette solution est légèrement acide; je la traite encore par l'alcool, et le nouveau précipité est tout aussi actif. La matière possède, d'ailleurs, les propriétés connues des substances albuminoïdes. Toutes les liqueurs alcooliques sont réunies, pour en séparer l'alcool. Dans le résidu de la distillation, on ajoute de l'extrait de saturne. Le précipité plombique est décomposé par l'hydrogène sulfuré, il fournit une liqueur acide, avec laquelle on obtient $0^{gr},44$ de pyrophosphate de magnésie, soit $0^{gr},279$ d'acide phosphorique.

» La zymase et l'acide phosphorique sortent du globule de levûre par exosmose, en même temps que quelques traces d'albumine.

» La zymase, la substance de nature albuminoïde qui, dans la fermentation alcoolique, est l'agent de la saccharification du sucre de canne, n'est donc pas un produit de décomposition, et, vraiment, je ne vois pas quelle différence il y a entre l'orge qui, en germant, produit la diastase, l'amande

qui contient la synaptase, la fleur qui renferme l'anthozymase, le pancréas qui renferme la pancréazymase, et la levûre ou les moisissures qui contiennent ou sécrètent la zymase.

» A mes yeux, la levûre de bière et les autres ferments organisés sont des êtres réduits à l'état de cellule, dans lesquels s'accompliseent des phénomènes du même ordre que ceux qui se manifestent dans un animal qui digère et se nourrit, dans une plante qui fleurit, dans un fruit qui mûrit, ce qui est la propre formule de M. Dumas, laquelle depuis quinze ans me guide dans mes recherches. On ne peut donc pas dire que les ferments solubles soient des produits de décomposition. Ce sont des produits chimiques, doués d'activité chimique, sans doute, mais des produits de l'activité normale de ces êtres ou de ces organes, ne se formant qu'en eux, et seulement en eux pendant qu'ils sont vivants.

» Voyons maintenant si l'on découvre, parmi les produits de désassimilation de la levûre, quelque substance capable de transformer le sucre en alcool et acide carbonique. Les produits éliminés, en même temps que l'acide phosphorique, pendant que la levûre de bière est soumise au régime de l'inanition, sont les suivants :

» *Produits volatils.* — Alcool, acide acétique, acide carbonique, et, à la fin, de l'azote.

» *Produits moins volatils ou fixes.* — A. *Matières minérales :* Acide sulfurique, acide phosphorique, potasse, soude, magnésie. — B. *Matières organiques :* zymase, albumine, substance gommeuse dextrogyre (pouvoir rotatoire compris entre 59 et 61 degrés); leucine, tyrosine; résidu sirupeux.

» La levûre produit physiologiquement la leucine et la tyrosine, sans que l'on puisse attribuer leur formation à aucun phénomène de putréfaction ou à l'apparition d'un infusoire quelconque : c'est là qu'est tout l'intérêt de cette observation. Le rendement en est même si considérable, que c'est là un bon moyen de préparation de ces beaux composés. Ainsi, avec 350 grammes de levûre en pâte, représentant 84 grammes de matière sèche, j'ai obtenu plus de 5 grammes de leucine très-pure, et plus de 5 décigrammes de tyrosine superbe.

» Tels sont les produits qu'engendre la levûre qui se consomme ellemême, comme par autophagie, et que M. Liebig appellerait des *produits d'altération de levûre.* Ces produits ne sont capables, ni séparément, ni réunis, de faire subir la fermentation alcoolique au sucre de canne. La zymase et les acides seuls sont capables de l'intervertir, et si l'on a le soin de se mettre à l'abri des mycrozymas et de leur évolution par une filtration soignée et par une addition de créosote ou d'acide phénique à dose

non coagulante, le sucre n'éprouve de la part d'aucun d'eux une transformation différente.

» La fermentation alcoolique n'est donc pas fonction des produits variés que la levûre engendre, mais, comme je l'ai dit ailleurs, elle est fonction de son organisation. Tant que l'on ne tiendra pas compte de la partie organisée de la levûre et des microzymas qui la constituent et qu'elle contient, on ne comprendra rien à la formation de tous ces produits.

» L'organisation de la levûre et la propriété dépendant de cette organisation, que rien n'empêche de considérer comme étant d'ordre chimique, quand il s'agit des phénomènes de nutrition ou de fermentation, est le fait capital, ainsi que Cagniard-Latour l'avait vu, que Turpin et M. Dumas l'ont su si bien comprendre : « Ce vieux sentier » n'est pas sans but, et il est le seul fécond.

» J'ajoute, en finissant, et pour prendre date, que, dans toute fermentation alcoolique par la levûre de bière, celle-ci sécrète de l'acide phosphorique, et que parmi les produits fixes de cette fermentation, il m'est arrivé, quatre fois sur cinq, de trouver de la leucine et de la tyrosine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du phénol en alcaloïdes.* Note de **MM. L. Dusart** et **Ch. Bardy**, présentée par M. Cahours.

« La synthèse de la phénylamine par l'action de l'ammoniaque caustique sur le phénol a été annoncée, il y longtemps déjà, par Laurent et Hoffmann; mais nous devons ajouter que la réaction de ces savants illustres n'a point été confirmée par les nombreux chimistes qui ont répété cette expérience. En 1849, Sterry Hunt transformait la phénylamine en phénol par l'action des nitrites, et montrait, par cette élégante réaction, la relation intime qui unit ces deux corps. Cette expérience, qui confirmait les vues théoriques des premiers chimistes, servit encore de stimulant aux recherches nouvelles, lorsque, dans ces dernières années, l'industrie crut trouver, mais sans plus de succès, dans la réaction du phénol sur l'ammoniaque, une sorte d'aniline commerciale.

» Dans une précédente Note, nous avons montré que le phénol se comporte comme un alcool, qu'il peut, étant chauffé avec le chlorhydrate de phénylamine, s'y combiner à la façon des alcools ordinaires, et que cette réaction est considérablement aidée par l'addition d'acide chlorhydrique fumant. Nous avons pensé que, dans les mêmes conditions d'expérimentation, le phénol pourrait réagir sur le chlorhydrate d'ammoniaque et pro-

duire la phlénylamine. L'expérience a pleinement justifié nos prévisions.

» Dans un matras de verre résistant, nous plaçons un mélange de 150 grammes de phénol, 50 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque et 25 d'acide chlorhydrique fumant; après la fermeture à la lampe, il est placé dans un autoclave, dont le fond est recouvert d'une couche de phénol de 4 à 5 centimètres, afin que sa vapeur puisse contrebalancer en partie la pression intérieure du vase de verre. Le tout est plongé complétement dans un bain d'huile dont la température est maintenue, pendant trente heures, de 310 à 320 degrés. A l'ouverture de l'appareil, on constate que le liquide n'a pas changé sensiblement de couleur, et qu'il ne s'est formé aucun gaz; le liquide est jeté sur un entonnoir pour séparer le sel ammoniaque, puis additionné d'un excès de potasse caustique en solution dans l'eau et soumis à la distillation. Le produit de cette opération, agité avec de l'acide chlorhydrique, fournit deux couches : l'une, huileuse, est formée de chlorure de phényle; l'autre, aqueuse, renferme la phénylamine. Le résidu de la cornue est, après refroidissement, jeté sur un filtre qui retient une substance blanche, cristalline, c'est de la diphénylamine presque pure.

» De ces trois substances, la diphénylamine est la plus abondante; la phénylamine est, au contraire, toujours en faible quantité.

» Quant au mécanisme de cette réaction, la composition des produits qu'elle fournit peut nous en donner la clef : sous l'influence de l'acide chlorhydrique fumant, le phénol produit du chlorure de phényle, et c'est ce corps qui, en réagissant sur le chlorhydrate d'ammoniaque, donne la phénylamine. Aussitôt après sa formation, cet alcaloïde se décompose sous l'action d'une nouvelle quantité de chlorure de phényle en donnant la diphénylamine. Or nous avons montré précédemment qu'à 250 degrés cet alcaloïde prend naissance dans le mêmes conditions; à 300 degrés sa production doit donc être instantanée.

» L'explication de ces réactions peut-elle trouver une confirmation dans des faits observés sur d'autres alcools? M. Berthelot, auquel nous devons cette méthode générale, a produit la méthylamine en chauffant en vase clos, à une température de 320 degrés environ, un mélange d'alcool méthylique et de chlorhydrate d'ammoniaque. La quantité d'alcaloïde obtenu dans ces conditions est toujours extrêmement faible, et il est certain que la présence de ce corps eût échappé à des mains moins habiles que les siennes.

» Les conditions nouvelles que nous réalisons donnent à cette réaction une grande netteté : un mélange de 2 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque, 5 pour 100 d'alcool méthylique et 1 pour 100 d'acide chlorhy-

drique fumant, est renfermé dans un tube scellé à la lampe, puis placé dans un autoclave contenant de l'alcool méthylique, destiné à fournir de la vapeur extérieure au tube. Le tout est plongé complétement dans un bain d'huile pendant trente heures consécutives, à une température de 205 à 208 degrés. Après cette opération, le liquide du tube est séparé en deux couches dont la supérieure, constituée par un mélange d'oxyde et de chlorure de méthyle, disparaît sous forme de gaz à l'ouverture; la partie restant est constituée par du chlorhydrate d'ammoniaque en excès et par du chlorhydrate de méthylamine, ce dernier en quantité relativement considérable, car il représente environ le tiers du chlorhydrate d'ammoniaque employé.

» Ainsi l'addition d'acide chlorhydrique a eu pour effet de déterminer une réaction bien nette à une température inférieure de 100 degrés au moins à l'expérience primitive. Nous nous croyons donc fondés à regarder comme essentielle l'intervention du chlorure de méthyle dans cette réaction, et à invoquer la même intervention dans l'expérience de M. Berthelot, où la production du chlorure de méthyle serait due à un phénomène de dissociation partielle du chlorhydrate d'ammoniaque, que la haute température de l'expérience expliquerait.

» En résumé, ces réactions paraissent toutes se rattacher à la méthode générale, si souvent employée dans ces derniers temps, et que M. Thénard a le premier employée dans ses recherches sur les alcaloïdes phosphorés. »

PHYSIOLOGIE. — *Des gaz du sang. Expériences sur les circonstances qui en font varier la proportion dans le système artériel.* Note de **MM. Ed. Mathieu** et **V. Urbain**, présentée par M. Cahours.

« *Influence de la température animale.* — Nous avons montré dans une Note précédente (1) que l'endosmose des gaz au travers des membranes animales humides doit être considérée comme un phénomène de solubilité se produisant avec une intensité d'autant plus grande que la température ambiante est plus basse. Ce mode d'échange gazeux permet de comprendre pourquoi les vertébrés à température constante ont plus d'oxygène dans leur sang artériel et, somme toute, brûlent davantage en hiver qu'en été.

» Chez les animaux dont la température propre est soumise à des variations, on obtient un résultat inverse du précédent : le sang artériel contient

(1) *Comptes rendus*, 17 juillet 1871.

une proportion d'oxygène plus grande lorsque la température animale s'élève, moins grande lorsqu'elle s'abaisse.

*Gaz du sang artériel.*

| | *Influence du refroidissement du corps.* | | | | | *Influence d'une élévation de la température propre.* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp. rectale... | 39°,2 | 36° | 20° | 31° | 28° | 39°,6 | 40°,4 | 41° | 42°,2 |
| Respirations..... | 18 | 13 | 8 | 12 | 10 | 18 | 130 | 200 | 300 |
| O............. | 20cc,75 | 19cc,43 | 13cc,58 | 20cc,23 | 14cc,65 | 17cc,00 | 18cc,37 | 20cc,00 | 25cc,00 |
| $CO^2$........... | 47cc,33 | 46cc,23 | 62cc,26 | 60cc,00 | 34cc,18 | 49cc,30 | 43cc,95 | 38cc,14 | 17cc,85 |

» Ces variations pouvaient dépendre soit des changements survenus dans le rhythme respiratoire, soit du fonctionnement des globules sanguins dont l'activité serait variable avec la température. Nous avons cherché à élucider cette question en désoxygénant rapidement du sang par un courant d'hydrogène et en déterminant la quantité d'oxygène que ce sang était susceptible d'absorber pendant un temps déterminé, suivant que sa température était plus ou moins élevée. Ces expériences nous ont démontré que le sang refroidi fixé plus d'oxygène que le sang maintenu à la température du corps. Ainsi la propriété fonctionnelle des globules sanguins ne semble pas s'exagérer par une température élevée, ni s'amoindrir par le froid.

» La rareté des respirations chez les animaux refroidis, leur fréquence chez les animaux insolés seraient la cause des variations dans la quantité d'oxygène dissous par le sang artériel suivant la température. On peut remarquer qu'il se produit une espèce d'antagonisme entre les effets de la respiration et ceux dus à l'endosmose des gaz. Celle-ci augmente par le froid, diminue par la chaleur, tandis que les respirations se ralentissent par le froid et s'accélèrent par la chaleur. Le degré d'oxygénation du sang est subordonné à ces deux fonctions, dont l'équilibre serait détruit au profit du rhythme respiratoire, lorsqu'il se produit des variations dans la température animale.

» La présence d'une quantité plus élevée d'oxygène, dans le sang artériel des animaux dont la température rectale augmente, se lie à des oxydations plus actives. Mais on doit remarquer que l'acide carbonique dont la formation est le résultat ultime des oxydations organiques ne se rencontre en proportion anormale dans le sang que une heure ou deux après l'élévation artificielle de la température du corps. A ce moment, la réaction acide que présente le tissu musculaire surchauffé a fait place à la réaction alcaline ordinaire.

*Détermination des combustions organiques*

| | *pendant l'élévation de la température animale.* | | | | | *pendant le refroidissement du corps.* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 h. après. | 3 h. après. | | | | | | | |
| Respirations. | 16 | | 200 | » | » | 18 | | 10 | » | 8 | | 8 |
| Temp. rect.. | 39° | | 41°,4 | 39°,6 | 38°,2 | 39°,2 | | 30° | 27° | 23° | | 20° |
| | Sang artériel. | Sang veineux. | S. vein. | S. vein. | S. vein. | S. artér. | S. vein. | S. vein. | S. artér. | S. vein. | S. artér. | S. vein. |
| | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc |
| O... | 17,25 | 9,90 | 2,00 | 4,25 | 2,75 | 20,75 | 5,43 | 2,25 | 14,52 | 3,86 | 13,58 | 7,86 |
| $CO^2$. | 42,75 | 54,75 | 39,00 | 73,75 | 61,75 | 47,33 | 61,08 | 60,50 | 41,92 | 48,39 | 62,26 | 61,17 |
| O. brûlé. | 7$^{cc}$,35 | | 15,25 | » | » | 15$^{cc}$,32 | | 12$^{cc}$,57 | | 10$^{cc}$,66 | 5$^{cc}$,72 | |

» Lorsque la température animale s'abaisse, les combustions intimes vont en décroissant. Cette diminution serait plus accusée encore si l'on tenait compte de la lenteur de la circulation, comme il serait nécessaire de le faire pour avoir la valeur exacte de ces oxydations. Un fait à signaler lorsque le refroidissement du corps d'un animal est poussé à l'extrême, c'est la quantité d'acide carbonique qui reste en dissolution dans son sang artériel. Cette quantité s'élève à plus de 60 pour 100. Après la mort dans une atmosphère d'acide carbonique, la proportion n'est guère plus considérable. Aussi l'arrêt des mouvements du cœur par excès d'acide carbonique dans le sang du ventricule gauche devient la cause probable de la mort par refroidissement.

» Enfin, la rigidité musculaire du cœur qui s'observe lorsque la température d'un animal atteint 45 degrés serait la conséquence des oxydations excessives qui précèdent la mort par la chaleur. Du muscle frais, porté à 45 degrés dans le vide, ne devient que très-incomplètement rigide, si même il le devient; à l'air, la coagulation est immédiate. L'intervention de l'oxygène paraît donc déterminer et la réaction acide du tissu musculaire et la coagulation elle-même.

*Influence du travail musculaire.*

| | État norm. | Travail. | État norm. | Travail. |
|---|---|---|---|---|
| Respir..... | 37 | 96 | 32 | 130 |
| | S. artériel. | S. artér. | S. artér. | S. artér. |
| O......... | 22$^{cc}$,25 | 24$^{cc}$,25 | 23$^{cc}$,48 | 24$^{cc}$,18 |
| $CO^2$....... | 46$^{cc}$,75 | 54$^{cc}$,00 | 49$^{cc}$,07 | 45$^{cc}$,81 |

| | Travail musculaire. | | Repos. | |
|---|---|---|---|---|
| | S. artériel. | S. veineux. | S. artériel. | S. veineux. |
| O..... | 23$^{cc}$,63 | 12$^{cc}$,56 | 22$^{cc}$,19 | 15$^{cc}$,77 |
| $CO^2$... | 40$^{cc}$,98 | 43$^{cc}$,65 | 49$^{cc}$,27 | 58$^{cc}$,49 |
| O. brûlé. | 11$^{cc}$,07 | | 6$^{cc}$,42 | |

» La quantité d'oxygène en circulation dans le sang artériel augmente pendant le travail, mais cette augmentation n'est pas en rapport avec le nombre des respirations. Après un travail soutenu, la respiration devient triple ou quadruple de ce qu'elle est normalement; or le chiffre d'oxygène

ne s'élève nullement dans cette proportion. Aussi nous avons pensé qu'il fallait admettre l'intervention de quelque cause s'opposant à l'absorption trop prononcée de l'oxygène par le sang.

» La rapidité de la circulation paraît jouer ce rôle modérateur. Pour étudier d'une manière indépendante l'influence de la respiration et de la circulation sur les gaz du sang artériel, nous avons cherché à déterminer les modifications apportées par la section et l'électrisation des nerfs pneumogastriques.

*Section des deux pneumogastriques.*

| | *Irritation de l'extrémité centrale droite.* | | | *Électrisation de l'extrémité périphérique du côté droit.* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Compression. | Électrisation. | État type. | État type. | Électrisation. | État type. | Électrisation. | État type. |
| Respir.... | 8 | 10 | 12 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 |
| Puls...... | 180 | 180 | 180 | 260 | 60 | 260 | 90 | 260 |
| O........ | $18^{cc},81$ | $23^{cc},10$ | $20^{cc},00$ | $16^{cc},05$ | $18^{cc},82$ | $15^{cc},00$ | $17^{cc},36$ | $16^{cc},05$ |
| $CO^2$...... | $55^{cc},47$ | $40^{cc},00$ | $43^{cc},33$ | $46^{cc},05$ | $42^{cc},35$ | $44^{cc},38$ | $31^{cc},58$ | $34^{cc},00$ |

» Le rhythme respiratoire étant seul modifié, on constate que l'artérialisation du sang est plus complète si la respiration devient plus profonde, quoique plus rare, ou si elle devient plus fréquente à égalité d'amplitude. La quantité d'oxygène augmente encore dans le sang artériel lorsque les battements du cœur sont ralentis sans changement dans la fréquence des respirations. Par conséquent, une circulation lente facilite l'hématose, que modère une circulation rapide. Il se produit ainsi un antagonisme entre les effets de la respiration et des pulsations, lorsqu'elles s'accélèrent en même temps.

» Comme on le voit par les chiffres de l'avant-dernier tableau, pendant le travail musculaire, les oxydations intimes sont très-prononcées. L'utilité de ces chiffres consiste dans la possibilité de calculer la quantité de chaleur produite par un animal, la différence de composition entre le sang de la carotide et celui du cœur droit donnant la proportion de l'oxygène brûlé dans l'organisme pendant une circulation complète, ou vingt-sept battements du cœur. Le résultat de ce calcul, mis en regard de la quantité de chaleur dépensée par un animal au repos, donne des chiffres très-comparables (chaleur produite par heure, 74 calories; pertes, 73 calories). Lorsque l'animal exécute un travail mécanique, le calcul perd de sa précision (chaleur produite, 176 calories; pertes, 198 calories), car le sang veineux se modifie dès qu'on interrompt le travail, ce qu'il est nécessaire de faire pour prendre le sang à analyser.

» *Influence du sommeil chloroformique.* — L'oxygénation du sang atériel pendant l'action du chloroforme sur l'organisme est assez variable. La période d'excitation initiale correspond à un sang artériel plus oxygéné que normalement. L'action prolongée du chloroforme entraîne, au contraire, un ralentissement de la respiration, un abaissement de la température et une diminution dans la quantité d'oxygène fixé par le sang rouge.

| | Veille. | Excitation. | Anesthésie. | Veille. | Veille. | Morphine. | État de veille. | | Anesthésie prolongée. | | État normal. | Mort par le chlorof. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sang artériel. | S. artér. | S. artér. | S. artér. | S. artér. | S. artér. | S. artér. | S. vein. | S. artér. | S. vein. | S. vein. | Sang du cœur droit. |
| | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc | cc |
| O... | 25,12 | 26,74 | 20,00 | 23,72 | 26,05 | 22,32 | 19,43 | 9,90 | 15,47 | 10,26 | 10,23 | 8,11 |
| $CO^2$. | 46,05 | 33,74 | 44,20 | 42,10 | 49,53 | 53,26 | 37,91 | 54,75 | 31,90 | 47,43 | 54,88 | 48,88 |
| | | | | | | O. brûlé... | $9^{cc},53$ | | $5^{cc},21$ | | | |

» La morphine a une action analogue à celle du chloroforme. Pendant la léthargie causée par le froid, on observe la même diminution. Il est donc probable que le sommeil physiologique consiste, non-seulement dans une anémie cérébrale, mais aussi dans l'envoi au cerveau d'un sang artériel moins oxygéné.

» On voit, en outre, que les combustions diminuent notablement à la suite de l'anesthésie prolongée. Après la mort par le chloroforme, le sang du cœur droit est aussi oxygéné qu'à l'état normal; de plus, s'il survient des accidents de suspension de la respiration par irritation des nerfs laryngés supérieurs, le sang artériel reste toujours suffisamment oxygéné. L'asphyxie par défaut d'oxygène ne peut donc pas être invoquée pour expliquer la mort par le chloroforme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la production du cymène par l'hydrate d'essence de térébenthine.* Note de M. **Ph. Barbier.**

« On sait que le camphre traité par le perchlorure de phosphore fournit des composés chlorés se détruisant à la distillation, pour donner du cymène par perte d'acide chlorhydrique. Certains dérivés de l'essence de térébenthine peuvent également fournir le même carbure, ou l'un de ses isomères, sous l'action d'influences analogues.

» J'ai traité la terpine cristallisée, $C^{20}H^{20}O^4 + H^2O^2$, par le brome, dans la proportion de 1 équivalent du premier corps pour 2 du second; il se produit ainsi un composé bromé, de consistance demi-fluide, légèrement coloré en jaune, en même temps qu'il se sépare de l'eau et de l'acide bromhydrique, en très-petites quantités, provenant de la décomposition du

corps ainsi formé. Ce composé, qui paraît être un dérivé bromé d'un bromhydrate de terpilène, se détruit à la distillation, en donnant de grandes quantités d'acide bromhydrique et un carbure d'hydrogène, que l'on purifie en le faisant bouillir sur de la potasse, dans un appareil à reflux. Après purification, ce carbure présente tous les caractères du cymène : c'est un liquide incolore, très-fluide, d'une odeur citronnée pénétrante, bouillant de 176 à 179 degrés ; sa densité à 15 degrés est de 0,864 comme le cymène du camphre.

» Traité par l'acide azotique fumant, il se dissout à froid sans dégagement de gaz, et en formant un composé nitré particulier, insoluble dans l'eau ; il se dissout complétement, sans former de polymères, dans l'acide sulfurique concentré et tiède, avec formation d'un acide sulfo-conjugué ; avec le brome, il fournit des dérivés bromés, etc.

» Enfin l'analyse élémentaire donne la composition centésimale du cymène :

| | | Théorie. |
|---|---|---|
| Carbone.............. | 89,54 | 89,55 |
| Hydrogène ............ | 10,51 | 10,45 |

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

CHIMIE. — *Note relative à la réaction qui se produit entre le soufre et la vapeur d'eau, à la synthèse de l'acide sulfurique, et à la préparation du zinc pur par l'électrolyse.* Extrait d'une Lettre de **M. V. Meyers.**

« Amsterdam, ce 23 décembre 1871.

» I. *Réaction du soufre et de la vapeur d'eau.* — La réaction entre la vapeur d'eau et le soufre bouillant est connue depuis 1858, époque à laquelle M. E. Mulder (1) trouva que la vapeur d'eau est décomposée par le soufre dans un tube chauffé au rouge. Ce chimiste croyait que le soufre se convertit en acide sulfureux, et que cet acide et l'acide sulfhydrique donnent naissance à l'acide pentathionique. M. E. Gripon (2) a reproduit les résultats de ces expériences, sans en faire mention. M. Corenwinder (3) a obtenu le même résultat en dirigeant le courant de vapeur d'eau et de

(1) *Jahresbericht*, 1858, p. 86.

(2) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 1137.

(3) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 140.

soufre sur de la ponce chauffée au rouge. Il ne parle pas de l'acide pentathionique formé dans la réaction; sans doute, cet acide est décomposé par la haute température de la ponce.

» Les expériences que j'ai faites se distinguent surtout de celles des expérimentateurs que je viens de citer, par la température à laquelle s'effectue la réaction. Je fais passer la vapeur d'eau par un tube dans lequel le soufre est en ébullition : je suis ainsi plus certain de ne pas décomposer l'acide de la série thionique qui peut se former. La vapeur est condensée dans un ballon, refroidi par de l'eau : le liquide qui en résulte possède une réaction très-peu acide, et contient un précipité de soufre dont je le débarrasse en l'agitant avec de la céruse.

» Au premier abord, les réactions de cet acide m'ont paru ressembler à à celles de l'acide pentathionique. Cependant une circonstance n'était pas d'accord avec cette supposition : la liqueur se décomposait, quand on la chauffait à 30 degrés C., en acide sulfureux et en soufre. De plus, un examen scrupuleux faisait reconnaître des différences considérables entre les réactions de l'acide pentathionique et celles de la liqueur. La formation d'un précipité noir, en ajoutant une goutte de nitrate mercureux, et d'un précipité de sulfure de cuivre, en chauffant quelques instants avec du sulfate de cuivre, la distinguent de l'acide pentathionique.

» Tous mes efforts pour concentrer la liqueur au moyen de la chaleur ont été sans effet : même dans le vide, la concentration ne se faisait pas sans décomposition. J'étais donc porté à croire que l'acide contenu dans le liquide était de l'acide hyposulfureux ou de l'acide trithionique.

» Les réactions données dans les ouvrages de chimie, pour les acides de la série thionique, ne sont pas assez caractéristiques pour les distinguer l'un de l'autre, surtout quand la solution est très-étendue. Par bonheur, j'ai obtenu quelquefois dans mes expériences une solution plus concentrée de cet acide thionique : celle-ci montrait une différence décisive avec l'acide pentathionique et se comportait comme une solution d'acide hyposulfureux. Celui-ci, dont on nie l'existence dans les livres de Chimie, quoique H. Roze et Flückeger aient montré qu'il peut exister en solution très-étendue, a beaucoup de ressemblance avec l'acide trithionique : tous deux se décomposent par la chaleur et dans le vide.

» Afin de déterminer la qualité de l'acide, j'ai été obligé d'employer l'analyse qualitative, la quantité que j'avais à ma disposition étant trop petite pour l'analyse quantitative. J'ai essayé d'abord le réactif donné par M. Bachger pour reconnaître les sels hyposulfureux dans les sels sulfureux, savoir

une solution alcaline de permanganate de potasse. Cependant ce réactif est décoloré et par l'acide sulfureux et par l'acide hyposulfureux, si tous deux sont en solution concentrée. Lorsqu'on le prend en solution très-étendue, par exemple 1 gramme dans 3000 centimètres cubes, l'acide sulfureux et ses sels le colorent en vert, et, pour que l'acide hyposulfureux ait le même effet, il faut que la solution de ses sels soit au moins trois fois plus étendue. Les autres acides de la série thionique donnent la même réaction avec cette solution de l'hypermanganate. Enfin j'ai employé la solution d'iode, et, par ce réactif, j'ai pu reconnaître que l'acide obtenu dans la réaction de la vapeur d'eau sur le soufre bouillant est l'acide hyposulfureux. La solution de l'acide n'est décolorée que par les acides sulfureux et hyposulfureux, l'acide trithionique, tétrathionique et pentathionique étant sans effet.

» La réaction entre l'eau et le soufre peut donc être représentée

$$3H^2O + 4S = H^2S^2O^3 + 2H^2S.$$

» On ne peut pas confondre le corps obtenu avec l'acide hydrosulfureux de M. Schützenberger, parce que ce dernier ne peut pas exister longtemps à l'état libre, et qu'il réduit le nitrate d'argent, tandis que l'acide que j'ai obtenu forme dans la solution du nitrate d'argent un précipité d'abord blanc, qui devient bientôt jaune et enfin brun, sans prendre l'éclat métallique. Le précipité formé par l'acide hyposulfureux diffère donc de celui qui est formé par l'acide pentathionique, même en solution plus diluée que ne l'était jamais l'acide hyposulfureux. En outre, quand on ajoute du nitrate sulfureux au liquide, il se forme un précipité noir, réaction qui n'appartient qu'aux acides trithionique et hyposulfureux. La solution du chlorure mercurique forme un précipité jaune; la solution du sulfate de cuivre, échauffée avec la liqueur, y forme un précipité noir de sulfate de cuivre.

» La liqueur, que j'ai conservée plus d'un an, montre encore toutes ces réactions : je me crois donc autorisé à dire que l'acide obtenu dans la réaction de la vapeur d'eau sur le soufre bouillant est l'acide hyposulfureux.

» II. *Sur la synthèse de l'acide hydrosulfurique.* — J'ai fait d'ailleurs une série d'expériences sur la synthèse de l'acide sulfhydrique. J'avais trouvé que cet acide se décompose à environ 400 degrés C. : j'en ai conclu que la synthèse est impossible à la température du soufre bouillant.

» Cependant plusieurs auteurs croient avoir prouvé que cette synthèse

est possible; par exemple, Corenwinder (1), Cossa (2), Merz et Werth (3) : je suppose que le gaz hydrogène dont ils se sont servis n'était pas absolument pur, surtout d'hydrocarbures. J'ai tenté de me procurer du gaz hydrogène suffisamment pur en faisant passer d'abord le gaz dans des solutions d'acétate de plomb, d'oxyde de plomb dans l'hydrate de potasse, de nitrate d'argent et de sublimé, puis dans un tube de porcelaine, rempli de petits morceaux de porcelaine, chauffé au rouge vif; enfin, dans du chlorure de calcium et de l'acide phosphorique anhydre : quand ce gaz passait par le tube contenant le soufre bouillant, il se formait des traces d'acide hydrosulfurique.

» J'essayai alors d'obtenir de l'hydrogène électrolytique, en quantité suffisante pour l'expérience, en employant une pile de trente éléments de Bunsen, mais sans effet, car, pour que l'expérience soit irréprochable, il faut un courant de gaz rapide.

» III. *Préparation du zinc pur par l'électrolyse.* — On ne peut avoir l'hydrogène pur en abondance qu'en employant du zinc pur. La préparation de ce métal absolument pur, par la voie ordinaire, est un travail difficile et de longue durée. Le procédé suivant donne, d'une manière facile et nette, du zinc absolument pur. Une solution ammoniacale de sulfate de zinc pur est décomposée par le courant galvanique; l'électrode positive consiste en une feuille de zinc, et l'électrode positive en un fil de cuivre en forme de T. Quand on fait passer dans ce liquide le courant de deux éléments de Bunsen, le fil de cuivre se couvre aussitôt d'une couche de zinc, et bientôt il se forme aux extrémités du T un arbre de cristaux de zinc. Ces cristaux sont enlevés avec des pinces et lavés avec de l'ammoniaque étendue.

» Je sais que la méthode employée pour recouvrir le fer d'une couche mince de zinc par la voie galvanique est connue depuis quelque temps, et que M. Elsner prescrit une solution de carbonate de zinc dans l'acide sulfureux et un courant faible; mais je crois être le premier qui ait obtenu du zinc en quantité notable par cette voie. J'ai aussi employé une solution de sulfate de zinc dans l'hydrate de potasse, mais sans succès. »

---

(1) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. LXXXIV, p. 225.

(2) *Ber. Chem. Gesellsc.*, 1868, p. 117.

(3) *Ber. Chem. Gesellsc.*, 1869, p. 341.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations relatives à l'action des conjonctions écliptiques sur les éléments du magnétisme terrestre.* Notes de **M. Lion** et de **M. Diamilla Muller**. (Extrait par M. Le Verrier.)

« **M. Lion**, professeur à Alençon, a le premier signalé l'influence possible des éclipses de Soleil sur les éléments du magnétisme terrestre. L'honorable professeur fait connaître qu'il a observé à Alençon, pendant l'éclipse totale du 11 décembre dernier. L'insuffisance de la boussole dont il se servait ne lui a permis d'observer aucune sorte de variations.

» Il paraît en avoir été autrement au Bureau télégraphique, où M. Triger, inspecteur, et MM. Grard et Laisement ont cherché à reconnaître si, pendant l'éclipse, des courants électriques traverseraient les conducteurs télégraphiques préalablement mis en communication avec la Terre à leurs deux extrémités. Ces Messieurs croient pouvoir affirmer qu'il en a été ainsi.

» Un galvanomètre à aiguilles astatiques, détaché d'un appareil de Melloni, appartenant au lycée, ayant été introduit dans le circuit télégraphique, il éprouva les perturbations suivantes :

» De $2^h 3^m$ à $2^h 7^m$ du matin, oscillations très-prononcées, variant entre zéro et 10 degrés à l'ouest.

» De $3^h 0^m 5^s$ à $3^h 2^m 15^s$, mouvement d'oscillation s'étendant jusqu'à 8 degrés à l'ouest.

» De $4^h 5^m$ à $4^h 6^m$, légères oscillations s'étendant à 2 degrés à l'ouest.

» De $4^h 30^m$ à $4^h 31^m$, nouvelles légères oscillations s'étendant à 2 degrés à l'ouest.

» De $3^h 54^m$ à $3^h 55^m$, écart de 1 degré à l'ouest.

» De $6^h 4^m$ à $6^h 5^m$, oscillations s'étendant jusqu'à 30 degrés à l'ouest.

» De $6^h 9^m$ à $6^h 12^m$, oscillations s'étendant jusqu'à 5 degrés à l'ouest.

» En dehors de ces intervalles de temps, on ne remarqua ni agitation ni déviation de la boussole. »

**M. Diamilla Muller**, qui a observé à Milan, transmet, de son côté, la Note suivante :

« Après ma première Communication sur la marche de l'aiguille aimantée observée en Sicile pendant l'éclipse totale du Soleil du 22 décembre 1870, M. J. Michez, directeur de l'Observatoire de Bologne, a voulu dépouiller les observations faites à Greenwich précédemment pendant toutes les éclipses, visibles ou non visibles, comprises entre la période de 1842 à

1847, et à l'occasion des éclipses visibles des 15 mars 1858, 18 juillet 1860, 19 octobre 1865, 8 octobre 1866, et 5 mars 1869.

» De ce travail, que l'on peut du reste très-facilement contrôler, il résulterait une grande probabilité en faveur de l'action des conjonctions écliptiques sur le magnétisme terrestre.

» En effet, tant pour les éclipses visibles que pour celles invisibles, l'aiguille de déclinaison à Greenwich se trouvait en moyenne dans une position plus à l'Est relativement à sa position moyenne d'un jour ordinaire.

» La valeur qui représenterait l'excursion moyenne de l'aiguille entre deux observations successives serait comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| Pour les éclipses invisibles. | En un jour ordinaire .... | 1′.89″ |
| | En un jour d'éclipse..... | 2.19 |
| Pour les éclipses visibles .. | En un jour ordinaire .... | 1.97 |
| | En un jour d'éclipse..... | 3.43 |

» Ce qui précède est d'accord avec les déplacements de l'aiguille aimantée observés en Italie l'année dernière à mesure que l'on s'éloignait de la ligne de la totalité.

» Voici l'amplitude de ces déplacements en regard de la grandeur de l'éclipse :

| Stations. | Grandeur de l'éclipse. | Déplacement observé de l'aiguille. |
|---|---|---|
| Terranova.................... | 1,000 | 7′.49″ |
| Naples....................... | 0,949 | 6.05 |
| Rome ........................ | 0,928 | 4.10 |
| Florence .................... | 0,900 | 3.45 |
| Bologne..................... | 0,899 | 3.39 |
| Livourne..................... | 0,891 | 4.00 |
| Moncalieri.................... | 0,877 | 3.27 |

» Pendant l'éclipse totale du Soleil du 11 courant, invisible en Europe, j'ai invité MM. les Directeurs des observatoires d'Italie à suivre la marche des variations magnétiques.

» Jusqu'à présent je n'ai reçu que les observations de M. Donati, directeur de l'Observatoire de Florence.

» Le déplacement de l'aiguille pendant toute la durée de l'éclipse a été, à Florence, de 3′9″, mais ce déplacement ne correspond pas au moment de la totalité du phénomène solaire. Pendant le maximum de la phase, le déplacement n'était que de 0′54″ par rapport à la position de l'aiguille au commencement de l'éclipse. »

HISTOIRE NATURELLE. — *Sur la fécondation des Écrevisses.* Note de **M. S. Chantran**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les recherches que j'ai entreprises sur les Écrevisses dans le laboratoire d'Embryogénie comparée du Collége de France, où M. le professeur Coste veut bien continuer à me donner tous les moyens d'expérimentation, m'ont permis de signaler quelques faits nouveaux que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie et qui, je l'espère, lui paraîtront dignes d'intérêt.

» On était, jusqu'à présent, dans l'incertitude sur la question de savoir si, chez les Écrevisses, la fécondation des œufs s'opère à l'intérieur du corps de la femelle ou à l'extérieur. Je crois avoir déterminé que c'est à l'extérieur que ce phénomène s'accomplit, et voici dans quelles conditions.

» Dans ma Note lue à l'Académie à la séance du 4 juillet 1870, j'ai dit que le mâle déposait sa matière fécondante, sous forme de spermatophores, sur les lames de l'éventail caudal et sur le plastron de la femelle, et que l'époque de la ponte des œufs variait du 2ᵉ au 45ᵉ jour après l'accouplement.

» Quand vient le moment de cette ponte, la femelle se lève sur ses pattes, et alors ses appendices abdominaux secrètent pendant quelques heures un mucus grisâtre assez visqueux, puis elle se couche sur le dos, recourbe sa queue vers l'ouverture des oviductes, de manière à former une sorte de cuvette ou chambre, déjà signalée par Lereboullet, dans laquelle, pendant la nuit suivante, les œufs sont recueillis au fur et à mesure qu'ils sont expulsés des organes génitaux. D'une femelle à l'autre cette expulsion dure de une à quelques heures. Ces œufs, qui sont toujours tournés de manière à présenter leur tache blanchâtre ou cicatricule en haut, comme pour recevoir plus facilement l'influence de la fécondation, se trouvent ainsi plongés dans le mucus grisâtre qui relie en quelque sorte les fausses pattes, les bords et l'extrémité de la queue au thorax et qui concourt à limiter la poche ou chambre dont il vient d'être question, chambre dans laquelle se trouve renfermée, avec les œufs et le mucus, une certaine quantité d'eau. Immédiatement après la ponte, on constate dans ce mucus et dans cette eau la présence de spermatozoïdes (1) tout à fait semblables à ceux qui sont

(1) Ils y sont mêlés de gouttelettes jaunâtres, pâles, et d'un certain nombre de globules grenus, arrondis, isolés ou réunis en petits amas, qui n'existent pas dans la cavité des spermatophores, où se trouvent seulement les spermatozoïdes.

contenus dans les spermatophores attachés au plastron et qui en proviennent. Ces spermatozoïdes sont ainsi en contact direct avec les œufs et au sein du véhicule qui en facilite la pénétration. La fécondation s'accomplit donc dans cette chambre, c'est-à-dire en dehors des organes génitaux de la femelle.

» M. Ch. Robin, qui a bien voulu constater ces faits avec moi, a vu aussi que les spermatozoïdes que l'on trouve en contact avec les œufs dans la chambre que je viens de décrire sont semblables à ceux que l'on voit dans les organes génitaux des mâles et à ceux qui sont dans les spermatophores attachés au thorax. Ils sont sous forme de cellules aplaties avec cinq à sept cils rigides immobiles partant de leur contour et avec une saillie en forme de baril vers leur milieu. Pendant les deux premiers jours qui suivent la ponte, ces spermatozoïdes, très-abondants autour des œufs et dans le mucus, deviennent sphériques, pâles et restent immobiles; les jours suivants, ils se flétrissent et deviennent aussi plus petits, plus foncés et irréguliers. Enfin, quand après la fixation des œufs l'excédant de mucus a complétement disparu par suite de la pression exercée par les contractions incessantes de l'abdomen, ce qui a lieu dans une période variable de huit à dix jours après la ponte, ceux des spermatophores qui restent encore attachés au plastron sont formés de petits filaments blancs, coriaces, isolés ou dont plusieurs adhèrent ensemble; ils ne montrent plus qu'une cavité centrale dans laquelle le microscope ne décèle que quelques spermatozoïdes plus ou moins flétris. La paroi de ces spermatophores conserve son épaisseur et reste comme auparavant composée d'un mucus concret, strié, tenace. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un bolide observé à Nancy, le 20 décembre 1871.* Note de M. P. GUYOT.

« Le 20 décembre 1871, à 9 heures du matin, la température était de + 4o degrés; pendant la nuit du 19 au 20, il était tombé un peu de neige; le dégel avait commencé le matin et duré toute la journée. Pluie fine sur toute la ville et ciel couvert, jusqu'à 10 heures du soir; nuages légèrement rougeâtres; tempête de vents depuis le matin jusque dans la nuit (1).

(1) Il semble avoir régné le 20 décembre de grands vents dans le nord de l'Europe. Ainsi, on a signalé de grands dégâts sur les côtes de la Hollande; le même jour, une trombe d'eau s'est abattue sur le Havre, y a brisé une cheminée d'usine et fait plusieurs victimes;

» A 10h 28m du soir, un bolide parut dans le ciel, près des étoiles $\varepsilon$ et $\delta$ de Cassiopée; il entra ensuite dans Persée, passa près de $\theta$ et $\alpha$, et continua sa course vers les Pléiades en coupant $\nu$ de Persée et Algol, et en passant à côté de $\chi$ de la même constellation.

» Il fit explosion près des Pléiades, et produisit une vive lumière verte; un des fragments du bolide se dirigea vers $\delta$ du Taureau, et un autre remonta vers le nord en entrant dans la constellation du Cocher; il disparut près de $\theta$. Deux autres fragments descendirent à l'ouest et durent entrer dans la constellation du Bélier.

» Ces fragments de bolide ne laissèrent pas de traînée lumineuse derrière eux. »

M. P. Guyot adresse, en outre, trois nouvelles Notes relatives à la coloration du ciel.

Ces Notes seront renvoyées, comme les précédentes, à l'examen de MM. de Tessan et Ch. Sainte-Claire Deville.

« M. Tarry adresse une Note dans laquelle, rappelant la loi qu'il a précédemment exposée à l'Académie dans les séances des 9 mai et 20 juin 1870, il fait connaître que cette loi, en vertu de laquelle les cyclones qui descendent de l'Europe vers l'Afrique éprouvent invariablement, dans les régions équatoriales, un *mouvement de recul* qui les fait revenir d'Afrique en Europe, chargées du sable qu'elles ont soulevé dans le Sahara, s'est déjà vérifiée à la fin de décembre 1870, et que, si elle est exacte, le cyclone qui est descendu sur l'Europe du 8 au 10 janvier la retraversera du sud au nord, à partir du 16 janvier, tandis qu'on observera au sud de l'Europe une *pluie de sable* à cette date. C'est ce que l'auteur a annoncé, au vu de la situation atmosphérique de l'Europe accusée par le *Bulletin international* du 10 janvier, dans une Note qui a été remise le 11, au matin, à M. le Directeur de l'Observatoire de Paris, en se fondant sur la complète similitude de cette situation et de celle du 4 mars 1869, qui a précédé la pluie du sable du 10 mars de la même année. »

---

le 21, un bâtiment anglais s'est perdu près des îles Sorlingues; à la même époque, un bâtiment français a disparu près de la Pointe-du-Coubré; à Nancy, le vent a été si fort qu'un grand nombre de becs de gaz ont été éteints.

M. DE QUATREFAGES, en présentant à l'Académie un ouvrage de M. *Chantre*, intitulé « Les palafittes ou constructions lacustres du lac de Paladru », ajoute les remarques suivantes :

« Les palafittes de Paladru sont intéressants en ce qu'ils prouvent qu'il a existé, en France, des habitations lacustres jusqu'à l'époque carlovingienne. En outre, ce n'est pas la violence qui a déterminé la ruine de l'établissement décrit dans l'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter, mais bien un phénomène naturel d'envahissement par les eaux. M. Chantre a étudié les causes qui ont pu faire varier le niveau du lac. Il a examiné d'ailleurs les espèces animales et végétales dont il a recueilli les restes, ajoutant ainsi à ce que des recherches en apparence exclusivement archéologiques nous ont déjà appris, surtout au sujet de nos animaux domestiques et de nos plantes cultivées. A ces divers titres, le travail de M. Chantre intéresse l'Académie des Sciences beaucoup plus qu'on ne pourrait le penser de prime abord.

A 6 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 26 décembre 1871.)

Page 1480, dernière ligne, *au lieu de* certainement accusé, *lisez* constamment accusé.

Page 1481, ligne 30, *au lieu de* $7^{mmc},20$ d'acide nitreux, *lisez* $7^{mg},20$.

Page 1482, $1^{re}$ ligne du tableau,

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *au lieu de* | Avril 6 | 1 | $45^{cc},00$ | $0^{mmc},950$ | $4^{mmc},650$ | $0^{mmc},021$ | $0^{mmc},1350$, |
| *lisez* | Avril 6 | 1 | $45^{cc},00$ | $0^{mg},950$ | $4^{mg},650$ | $0^{mg},021$ | $0^{mg},1350$. |

Page 1482, $2^{e}$ ligne du tableau, $6^{e}$ colonne, *au lieu de* 0,018, *lisez* 0,0018.

Page 1482, note à la suite du tableau, $3^{e}$ ligne, *au lieu de* 19 millimètres cubes, *lisez* 19 milligrammes.

Page 1483, lignes 11, 12, 13, 14, 21, 23 et 24, *au lieu de* $1^{mmc},220$, $7^{mmc},299$, $5^{mmc},881$, $7^{mmc},101$, $3^{mmc},20$, $2^{mmc},580$, $9^{mmc},681$, $19^{mmc},80$, *lisez* $1^{mg},220$, $7^{mg},299$, $5^{mg},881$, etc., etc., etc.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HÉTÉROGÉNIE. — *Observations relatives à la Note insérée par M.* Fremy *au dernier* Compte rendu ; *par* **M. Balard.**

« C'est avec un vif regret que je me vois forcé de présenter à l'Académie une réclamation au sujet du *Compte rendu* de lundi dernier, car cette publication, qui est habituellement le tableau fidèle de nos séances, ne présente pas les faits comme ils se sont passés il y a huit jours.

» Dans la séance dont je parle, j'ai cru devoir rappeler les dernières et plus probantes expériences de M. Pasteur. M. Fremy m'a répondu quelques mots, quand cette séance se terminait, pour me dire qu'il ne s'occupait que de la levûre; je lui ai répliqué qu'il fallait d'abord étudier le phénomène général du développement de la vie; mais je suis convaincu que cette réponse et cette réplique n'ont été entendues de personne. Voilà l'exacte vérité.

» Ceux qui ont écouté mes observations et lu ce que j'ai écrit, me rendront la justice de dire qu'il y a identité parfaite entre les deux modes d'expression de ma pensée. En a-t-il été de même pour notre confrère?

» Je croyais d'abord, je l'avoue, que, jugeant, avec raison selon moi, que les quelques mots qu'il avait réellement prononcés ne reproduisaient pas avec un développement suffisant ce qu'il voulait dire à l'Académie, il se réservait de demander la parole dans la séance actuelle pour continuer

la discussion, et que dès lors ma réplique n'avait plus d'objet. J'ai été détrompé dans les bureaux de l'imprimerie; on y avait reçu la réponse. J'ai appris avec surprise que cette réponse était longue, et avec un étonnement profond qu'on avait fait défense de me la communiquer. Ce sentiment a été, je l'avoue, remplacé par un autre plus vif, quand, la feuille tirée, j'ai pu y lire que notre confrère me prenait à partie d'une manière toute personnelle, et que, me prêtant, à sa convenance, des sentiments et des idées contre lesquels protestent les actes de toute ma vie, il s'était donné, dans son cabinet, le facile triomphe de protester solennellement contre des paroles que je n'ai jamais prononcées, de m'attribuer gratuitement un profond dédain pour un genre de problèmes qui rentrent précisément dans la catégorie de ceux qui m'intéressent le plus, et qu'en me présentant ainsi comme l'ennemi de l'expérience et du progrès, notre confrère avait pu, par opposition, se poser à son tour comme un champion généreux prêt à défendre, au sein de l'Académie, les jeunes savants sur lesquels pèseraient mes *anathèmes*.

» Qu'ont dû penser les lecteurs de nos *Comptes rendus*, induits en erreur par la ligne qui précédait sa Note, et conçue en ces termes : « M. Fremy demande la parole et s'exprime ainsi »? Ils ont dû croire certainement que j'étais là, en séance, entendant les paroles de notre confrère, dont il fallait bien que j'eusse reconnu la justesse, puisque je n'avais pas trouvé un mot pour y répondre. Comment, en effet, pourraient-ils deviner l'habileté avec laquelle tout avait été arrangé pour m'empêcher de dire ce mot, qui, par une seule piqûre, aurait crevé le ballon que notre confrère avait démesurément gonflé dans ses dernières phrases? Ce mot, je le dis aujourd'hui : « Je n'ai » jamais ni exprimé ni pensé ce que vous m'attribuez. » Mais ces paroles n'arriveront à nos Correspondants que dans huit jours, pendant lesquels notre confrère aura joui de son triomphe factice et éphémère. Je laisse à nos confrères le soin de caractériser cette manière d'agir.

» Puisque mes observations paraissent ne pas avoir été comprises, je dois en conclure que je n'ai pas été assez clair, et qu'il faut que j'exprime mieux ici ce que j'ai voulu dire.

» Il y a huit ans qu'il s'est produit dans le sein de l'Académie, sur la question de la génération spontanée, une agitation passionnée et stérile pour la science. Des savants, dont je suis loin de contester la valeur comme physiologistes et comme observateurs, mais qui manquaient de l'éducation du laboratoire, indispensable pour instituer des expériences rigoureuses, dans une matière délicate qui exige l'habileté et l'instinct d'un chimiste consommé, encombraient la science de faits inexacts. A la suite d'insuccès

dus à leur inexpérience, ils contestaient les résultats auxquels M. Pasteur était parvenu, ramenant ainsi l'obscurité sur ces questions, que notre confrère avait éclairées d'une si vive lumière. L'Académie voulut que ces faits contestés fussent vérifiés. Ils le furent par ses délégués, dont le Rapport fut approuvé (1), et, depuis cette époque, la question de la génération spontanée était sortie du domaine de la discussion scientifique courante dans lequel elle tend à rentrer. Cette discussion doit cependant prendre désormais ces faits pour point de départ, parce qu'ils représentent en ce moment ce qu'il y a de plus avancé en fait d'expérience acquise sur ce sujet.

» Mais qui a pu comprendre, en lisant ma Note, que je prétendais qu'il n'y eût plus rien à chercher après les recherches faites à cette époque? Les mots par lesquels je caractérise ces nouveaux débats « toujours utiles, » d'ailleurs, quand ils apportent à la découverte de la vérité un nouveau » contingent de faits bien observés, » ne font-ils pas connaître suffisamment ma pensée? Ne disent-ils pas clairement qu'on peut, à mon avis, rentrer dans la discussion d'une manière utile, mais en contestant seulement l'interprétation que M. Pasteur donne de ses expériences, au moyen de l'apport de faits nouveaux indiscutables comme les siens, et montrant que son explication n'est pas exacte? Voilà la seule marche logique et digne de l'Académie, qui n'a pas à débattre des opinions, mais à vérifier l'exactitude des faits sur lesquels on les appuie.

» Notre confrère, du reste, pense bien ainsi, puisque, dans la Note qui est censée exprimer ce qui aurait été entendu par l'Académie, il dit : « Comme, dans une pareille discussion, les faits seuls ont leur impor- » tance,..., je dispose en ce moment des expériences nouvelles dont je » ferai bientôt connaître le résultat à l'Académie, et je répète en même » temps celles que j'ai faites, depuis trente ans, sur la fermentation lac- » tique ». Combien il est regrettable que ces faits, ces expériences, notre confrère ne les ait pas fait connaître avant d'entrer dans cette discussion, qui, sans cet apport nouveau, tournera éternellement dans un même cercle, sans faire faire à la science le moindre pas! Et c'est là ce que j'appelle revenir de huit ans en arrière.

» Mais des faits probants sur ces sortes de matière, n'en a pas qui veut. Notre confrère, n'en pouvant distraire encore du Mémoire qu'il prépare, s'est décidé, pour rentrer dans la question, à les remplacer par une inter-

---

(1) La Commission nommée à cette époque se composait de MM. Flourens, Dumas, Brongniart, Milne Edwards et Balard.

rogation. Il demande à M. Pasteur, non pas comment se développe la vie d'une manière générale, question dont la solution préalable doit cependant précéder toutes les autres, mais bien comment se produit une levûre spéciale, la levûre alcoolique. Et pourquoi notre confrère ne le cherchait-il pas lui-même? Pourquoi, au lieu d'interroger la nature, interroge-t-il M. Pasteur, qui, je le crois bien, finira par lui répondre en instituant une expérience concluante comme il sait les faire.

» Cependant, mon cher Pasteur, permettez à ma vieille amitié de vous dire publiquement que je crains que vous n'entriez dans une voie nuisible à vos propres recherches et à votre repos, en répondant par vos expériences personnelles aux questions spéciales, nombreuses, qui peuvent vous être adressées, maintenant que la porte est ouverte. Que vos adversaires expérimentent d'abord eux-mêmes, et, quand ils vous apporteront des résultats qui vous paraîtront inexacts, appliquez à les discuter et à trouver le point faible, s'il y en a, cette logique scientifique sévère dont vous avez le secret.

» Le temps modifiera-t-il vos opinions? Je ne sais, mais qu'importe! ce que vous en avez tiré ne frappe-t-il pas tous les yeux? Vous avez expliqué la véritable cause de la conservation des matières alimentaires. Vous nous avez appris à préserver nos vins des diverses altérations qu'ils pouvaient éprouver. Vous avez fait connaître la véritable théorie de la production du vinaigre, et montré à l'Allemagne la cause première d'une exploitation qu'elle fait sur une grande échelle, sans comprendre la nature du procédé qu'elle a introduit dans l'industrie. Déjà la fabrication de la bière a fait de grands progrès par vos études, qui fourniront à la Bavière elle-même des améliorations dans ses pratiques. Vous avez combattu les maladies des vers à soie d'une manière victorieuse. Ne peut-on pas espérer qu'en persévérant dans cette voie vous préserverez l'espèce humaine, à son tour, de quelques-unes de ces maladies mystérieuses dont les germes contenus dans l'air pourraient être la cause?

» Mais pour continuer ainsi vos travaux, il faut que rien ne vienne troubler la paix du laboratoire qu'on a construit pour la science nouvelle que vous avez créée, et qui, en présence des grands résultats qui en sont sortis, ne sera jamais trop largement doté. Il faut que vous continuiez à grouper autour de vous ces jeunes hommes que vous animez de votre esprit et que vous pénétrez de vos méthodes. Donnez des successeurs et des émules à MM. Van Tieghem, Duclaux, Gernez, Raulin, et formez ainsi une nouvelle génération de jeunes savants instruits à votre école. Et si par hasard la doctrine de l'hémi-organisme était plus vraie que nous ne le supposons aujourd'hui, vous et moi; si elle manifestait sa fécondité par

des résultats analogues à ceux qu'on vous doit; si, tout en interprétant les faits que vous avez observés (car c'est la condition à laquelle doit satisfaire toute théorie nouvelle), elle en expliquait d'autres pour lesquels celle des germes serait insuffisante, nous accueillerions avec reconnaissance les expériences du savant, quel qu'il fût, qui nous aurait apporté une lumière plus vive. Car ce que nous aimons ensemble et par-dessus tout, c'est la vérité, la vérité simple, modeste et sans retentissement. Les jeunes gens qui cultivent la science ne l'ignorent pas, pourvu qu'ils apportent à l'Académie des expériences dirigées dans un véritable esprit scientifique, ils ne trouveront ici que des juges bienveillants, pleins de sympathie pour eux, heureux d'encourager leurs travaux; ils n'auront jamais besoin d'invoquer contre aucun d'entre nous le patronage promis par notre confrère, ni de recourir aux voix indépendantes qu'il tient à leur disposition. »

M. Fremy demande la parole après M. Balard, et s'exprime dans les termes suivants :

« L'Académie vient d'entendre les éloges que M. Balard adresse à notre confrère M. Pasteur, et en même temps les attaques passionnées qu'il a dirigées contre moi.

» Il me serait bien facile de réfuter sur tous les points l'écrit de M. Balard; mais, pour conserver à la discussion son caractère exclusivement scientifique et pour donner à l'Académie une nouvelle preuve de mes sentiments de modération et de bonne confraternité, je me contente de déclarer que je ne répondrai pas à la Note de M. Balard, parce qu'elle n'apporte pas d'élément scientifique nouveau à la question qui se discute en ce moment.

» Si je m'efforce d'écarter de ce débat toutes les questions irritantes et personnelles, je ne voudrais pas que l'on pût croire que je recule devant la discussion scientifique.

» J'ai hâte, au contraire, de faire connaître les objections que j'oppose aux théories et aux expériences de M. Pasteur.

» Je pense qu'il me sera possible de commencer dans la séance prochaine la publication de mes recherches sur les ferments. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la nature et l'origine des ferments.* Réponse de M. Pasteur à la Note de M. *Fremy,* insérée au dernier *Compte rendu.*

« Il y a dans la Note de M. Fremy deux parties très-distinctes, l'une qu'on peut appeler *plus ou moins dramatique*, pour employer une expres-

sion de M. Fremy ; elle occupe presque toute l'étendue de la Note de notre confrère, mais elle n'a rien de scientifique, et je n'en parlerai pas. Je passe donc sous silence *la protestation contre les paroles* si justes *de M. Balard, la douloureuse surprise* qu'en a éprouvée M. Fremy, la révélation qui nous est faite *que la science expérimentale est appelée encore à jeter de vives lumières sur l'origine et le rôle des ferments*, l'exhortation adressée aux savants qui étudient les fermentations *de n'éprouver aucun découragement, de continuer et de compléter leurs recherches*, et encore cette étrange déclaration, que leur fait parvenir M. Fremy par la voie des *Comptes rendus, qu'ils trouveront toujours à l'Académie des sympathies pour leurs travaux et des voix indépendantes pour en faire ressortir l'importance*. Tout cela est un peu de la mise en scène qui ne mérite pas qu'on s'y arrête. Je vais donc droit aux propositions de M. Fremy qui intéressent le fond du débat.

» M. Fremy commence par déclarer qu'il ne veut pas entendre parler de l'origine des moisissures, mais seulement des ferments et de leur rôle : soit. M. Fremy, il est vrai, ne donne aucune raison sérieuse de sa préférence, et quant à moi, je ne veux pas profiter de tout ce que m'accorde ce silence obligé. M. Fremy verra tout à l'heure ce que valent ces réticences quand elles ne s'appuient que sur de simples opinions.

» Conformément au désir déjà plusieurs fois exprimé de M. Fremy, je ne parlerai que des ferments, et, pour mieux fixer les idées, de la fermentation à laquelle M. Fremy a fait le plus souvent allusion, c'est-à-dire de la fermentation alcoolique du moût de raisin.

» M. Fremy s'exprime ainsi (séance du 18 décembre dernier) :

« Pour ne parler ici que de la fermentation alcoolique, j'admets que, dans la production du vin, c'est le suc même du fruit qui, au contact de l'air, donne naissance aux grains de levûre par la transformation de la matière albumineuse, tandis que M. Pasteur soutient que les grains de levûre ont été produits par des germes. »

» Dans sa Note du dernier *Compte rendu*, M. Fremy précise un peu plus sa pensée et il dit « que les grains de levûre sont de véritables cellules » qui se produisent sous l'influence de l'organisme même, comme toutes les » cellules organisées, comme le pollen, comme les grains aleuriques, etc., » sans dériver de germes atmosphériques, et cependant leur développement » exige le concours de l'air. »

» Telles sont les propositions de M. Fremy, hypothèses purement gratuites, on le voit. Nulle part, M. Fremy n'a donné la moindre preuve de ses opinions ; il y a même dans leur expression quelque incertitude : ainsi, on vient de voir par les deux citations précédentes, que, pour M. Fremy, la matière albumineuse se transforme directement en levûre (première cita-

tion), ou bien les cellules de levûre se produisent directement sous l'influence de l'organisme (deuxième citation). Comme il importe extrêmement qu'il n'y ait pas d'équivoque, je vais poser la question à mon tour.

» Si les cellules de levûre viennent du jus du raisin après qu'il a été exposé à l'air, et non des germes qui sont en suspension dans l'air ou à la surface des grains, ce qui est ma manière de voir, il faut, qu'en écrasant des grains de raisin au contact de l'air privé de germes quelconques, il faut, dis-je, dans l'hypothèse de M. Fremy, que la bouillie de ces grains écrasés fermente, ou donne tout au moins naissance à des productions organisées. Est-ce bien là ce que pense M. Fremy? Quant à moi, je n'ai pas besoin d'ajouter que, dans mon opinion, il est impossible qu'il y ait fermentation ou formation de productions organisées dans les conditions que j'indique. Avant d'aller plus loin, j'attends le jugement de M. Fremy.

» M. Fremy ne voulant pas me répondre, séance tenante, j'ajoute que l'expérience dont je parle est faite et qu'elle donne le résultat que j'indique.

» Ma réponse aux Notes de M. Fremy pourrait se borner à cette réfutation péremptoire de son hypothèse; car s'il est impossible à notre savant confrère, en présence de l'expérience que j'invoque, de maintenir plus longtemps sa manière de voir, quoi de plus évident que la théorie des germes pour expliquer l'origine des êtres microscopiques, puisque M. Fremy ne nie plus aujourd'hui et ne saurait nier l'existence des germes organisés en suspension dans l'air ou répandus à la surface des objets? Mais je veux aller plus loin. Je veux prendre sur la pellicule du grain de raisin ou dans l'air le germe organisé de la levûre, le placer dans le jus de raisin, sous le microscope, et le voir s'organiser en levûre alcoolique du raisin. Rien n'est plus simple aujourd'hui, et je puis ajouter que je l'ai fait et publié depuis l'année 1862, et que mon élève et ami, M. Duclaux, l'a fait avec un grand succès, en 1865, pour une foule de germes en suspension dans l'atmosphère. Toutefois, il était resté dans mon esprit une légère incertitude.

» Les cellules que j'avais vues se multiplier sous mes yeux étaient-elles bien réellement la levûre propre désignée sous le nom de levûre de bière, c'est-à-dire celle qui a servi jadis aux mémorables expériences de Lavoisier. Mes doutes étaient fondés. Je sais aujourd'hui, avec une entière certitude, qu'il n'existe pas dans le moût de raisin en fermentation une seule cellule de la levûre de bière proprement dite.

» Je puis démontrer avec rigueur les quatre propositions suivantes :

» 1° Le germe de la levûre du raisin est le germe du *mycoderma vini;*

» 2° La levûre du raisin diffère de la levûre de bière proprement dite (celle qu'ont eue entre les mains Lavoisier, Gay-Lussac, Thenard, Cagnard-Latour), à tel point qu'il n'y a pas une seule cellule de cette levûre de bière dans la cuve de vendange;

» 3° La levûre du raisin est identique à la levûre de bière à fermentation basse des bières dites *allemandes;*

» 4° Le germe du *mycoderma vini* est un des germes les plus répandus dans l'atmosphère, particulièrement au printemps et dans l'été. Ce mycoderme a deux modes de vie essentiellement distincts : MOISISSURE, il s'empare de l'oxygène de l'air, le fait servir à l'assimilation des matériaux de sa nutrition, et le rend à l'état d'acide carbonique; FERMENT, il se développe à l'abri de l'air et devient la levûre alcoolique du raisin.

» Et, pour le dire en passant, voilà que M. Fremy, qui ne voulait pas entendre parler de moisissures, s'y trouve ramené forcément par moi, ou mieux par la puissance des faits contre laquelle ne peuvent prévaloir nos faibles conceptions.

» Avais-je donc besoin de la nouvelle expérience sur le jus naturel du raisin dont je viens de parler pour corroborer l'exactitude de mes travaux antérieurs et des conclusions que j'en ai déduites? Pas le moins du monde; car, cette même expérience, je l'ai faite en 1863 sur les liquides les plus fermentescibles et les plus propres à nourrir certains organismes microscopiques, le sang et l'urine. Voici un vase dans lequel j'ai introduit, au contact de l'air pur privé de ses germes, du sang, pris directement sur un chien en pleine santé. C'était le 3 mars 1863. Or ce sang n'a éprouvé aucune putréfaction quelconque et n'a fourni aucune production organisée microscopique.

» Ni M. Fremy, ni M. Trécul ne paraissent avoir connaissance de mes observations de 1862 et de 1863 que je viens de rappeler. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De la température du sol observée au Jardin des Plantes, à l'Observatoire et à Montsouris, pendant le mois de décembre* 1871, *à* $0^m,10$ *au-dessous de la surface.* Note de **MM. Becquerel** *et* **Ed. Becquerel.** (Extrait.)

« Il ne sera seulement question dans cet Extrait que de la transmission de la chaleur solaire, dans quatre sols différents, jusqu'à $0^m,10$, pendant le mois de décembre 1871, où la température a atteint une rigueur exceptionnelle. Ces quatre sols sont ceux pris au Jardin des Plantes, à l'Observatoire et à Montsouris. Les observations de température ont été faites :

1° au Jardin des Plantes sur deux points : l'un couvert de gazons et l'autre dénudé; l'un et l'autre sont formés de déblais apportés de l'intérieur de Paris; 2° à l'Observatoire, dont la terre est formée de semblables déblais, envahis également par la végétation herbacée; 3° à Montsouris, dont le terrain est composé d'alluvions anciennes, mêlées de petits galets anciens.

» Les observations, dans ces quatre localités, sont faites à différentes heures de la journée; nous n'avons pris, parmi les nombres donnés dans les publications journalières de ces établissements, que ceux relatifs aux observations de 3 heures du soir au Jardin des Plantes et à l'Observatoire, et de 4 heures à Montsouris; ces dernières diffèrent peu des observations de 3 heures, les seules qui se fassent à peu près aux mêmes heures.

» Ces observations ont donné, pour les moyennes, pendant le mois de décembre 1871, les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| A l'Observatoire | 2°,21 |
| Au Jardin des Plantes (surface gazonnée) | 1°,36 |
| A Montsouris (surface gazonnée) | 0°,90 |
| Au Jardin des Plantes (sol dénudé) | 0°,20 |

» La température a donc été plus élevée à l'Observatoire que dans les autres localités, et moindre dans le sol dénudé que dans les autres.

Le tableau suivant donne la marche de la température dans le sol, sur ces quatre points, pendant le mois de décembre.

MOIS DE SEPTEMBRE. — *Température de l'air à* $0^m,10$ *au-dessous du sol à* 3 *heures*.

| Dates. | Jardin des Plantes. | Observatoire. | Montsouris (1). | Jardin des Plantes (sol dénudé). |
|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° |
| 1 | 2,50 | 3,15 | 1,80 | 0,25 |
| 2 | 1,50 | 2,01 | 1,80 | 0,15 |
| 3 | 1,50 | 1,19 | 0,50 | 0,00 |
| 4 | 1,35 | 1,90 | 0,50 | 0,05 |
| 5 | 1,20 | 1,42 | 0,60 | —0,20 |
| 6 | 1,15 | 1,18 | 0,40 | —0,35 |
| 7 | 1,30 | 1,05 | 0,30 | —0,60 |
| 8 | 1,00 | 1,00 | 0,40 | —0,65 |
| 9 | 1,00 | 0,70 | —0,10 | —1,20 |
| 10 | 1,00 | 0,60 | —0,60 | —0,95 |
| 11 | 1,00 | 0,70 | —0,30 | —0,60 |
| 12 | 1,00 | 0,80 | —0,20 | —0,50 |

(1) Comme on l'a dit plus haut, la température est observée à 4 heures.

| Dates. | Jardin des Plantes. | Observatoire. | Montsouris (1). | Jardin des Plantes (sol dénudé). |
|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° |
| 13............ | 0,90 | 0,96 | —0,20 | —0,30 |
| 14............ | 0,95 | 1,15 | —0,12 | —0,20 |
| 15............ | 0,80 | 1,70 | —0,10 | —0,05 |
| 16............ | 0,90 | 2,22 | 0,00 | 0,00 |
| 17............ | 0,90 | 2,13 | 0,00 | 0,05 |
| 18............ | 0,90 | 1,85 | 0,00 | 0,10 |
| 19............ | 0,85 | 2,20 | 0,00 | 0,10 |
| 20............ | 1,05 | 3,85 | 0,50 | 0,15 |
| 21............ | 0,75 | 4,23 | 2,70 | 0,20 |
| 22............ | 1,85 | 3,80 | 2,60 | 0,20 |
| 23............ | 1,80 | 3,20 | 2,20 | 0,20 |
| 24............ | 1,40 | 2,25 | 1,30 | 0,10 |
| 25............ | 1,25 | 2,07 | 0,90 | 0,10 |
| 26............ | 1,80 | 2,80 | 0,70 | 0,15 |
| 27............ | 2,00 | 3,08 | 1,60 | 0,20 |
| 28............ | 2,80 | 4,60 | 2,60 | 3,40 |
| 29............ | 2,00 | 3,49 | 2,30 | 2,15 |
| 30............ | 1,75 | 3,01 | 2,00 | 1,20 |
| 31............ | 2,30 | 4,20 | 2,50 | 1,75 |
| Moyennes... | 1,36 | 2,21 | 0,90 | 0,20 |

» On voit, d'après ce tableau, que dans les grands froids, depuis le 9 jusqu'au 15, la température du sol a été inférieure à zéro à Montsouris, et depuis le 5 jusqu'au 15, dans le sol dénudé, au Jardin des Plantes, tandis que dans les autres sols la température a été constamment au-dessus de zéro; ce qui établit une différence entre les propriétés conductrices de la chaleur de ces différents sols.

» Pour comparer ensemble ces résultats, on a groupé les observations par périodes, comme on le voit dans le tableau ci-après, qui mettent sur-le-champ en évidence la marche de la température dans les quatre terrains précédemment désignés.

| | Jardin des Plantes (sol couvert). | Observatoire (sol couvert). | Montsouris (sol couvert). | Jardin des Plantes (sol découvert). |
|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° |
| Du 2 au 8........... | 1,28 | 1,47 | 0,79 | — 0,23 |
| Du 9 au 12........... | 1,00 | 0,76 | — 0,16 | — 0,81 |
| Du 13 au 19........... | 0,90 | 1,74 | — 0,08 | — 0,05 |
| Du 20 au 21........... | 0,90 | 2,04 | 1,70 | + 0,17 |
| Du 22 au 25........... | 1,60 | 3,50 | 2,10 | + 0,15 |
| Du 26 au 31........... | 2,11 | 3,52 | 1,90 | + 1,65 |
| Température du mois... | 1,36 | 2,29 | 0,90 | 0,20 |

» Ces résultats conduisent aux conséquences suivantes :

» Au Jardin des Plantes, dans le sol couvert, pendant les grands froids et lorsque la terre était couverte de neige, la température, à 3 heures du soir, a été sensiblement constante du 9 au 21 et égale à 0°,93.

» A l'Observatoire, pendant la même période de temps, la température a été en augmentant de 0°,76 à 2°,04.

» A Montsouris, du 8 au 19, la température a été au-dessous de zéro, puis, elle a été en augmentant.

» Au Jardin des Plantes, dans le sol découvert, du 9 au 19, la température a été au-dessous de zéro; du 20 au 25, elle a été sensiblement égale, et du 26 au 31 elle s'est élevée jusqu'à 1°,65.

» D'après ce qui précède, on voit qu'au Jardin des Plantes, sous le sol couvert, la température a été plus uniforme que dans les autres sols, en raison peut-être des arbres verts qui s'y trouvent à très-peu de distance et qui servaient d'abris contre le rayonnement des espaces célestes. Le climat y a donc été plus tempéré. Des graines, des bulbes, des larves d'insectes, très-sensibles à la gelée, y souffriraient donc moins qu'à Montsouris et au Jardin des Plantes, dans le sol dénudé.

» A l'Observatoire, le sol, quoique moins uniforme, y a été cependant un peu plus chaud que celui couvert du Jardin des Plantes. En été, on verra comment ces sols se comporteront, sous le rapport de la température.

» On peut conjecturer d'après ce qui précède que, dans un sol d'une certaine étendue, livré à la culture, et dont toutes les parties ne sont pas identiques, sous le rapport de leurs propriétés physiques, la distribution de la chaleur solaire n'est pas uniforme partout. Nous faisons abstraction ici de l'état hygrométrique du sol, qui exerce aussi une influence.

» On peut encore conclure de ces résultats que, si l'on sème tardivement, dans une terre semblable à celles du Jardin (sol couvert) et de l'Observatoire, des graines de céréales et autres dont la végétation ne soit pas assez avancée pour que les jeunes feuilles couvrent le sol avant la gelée, il y a chance pour que les jeunes plants souffrent du froid.

» Il serait intéressant, dans un grand nombre de localités et même dans des régions voisines, de faire des expériences pendant le cours des diverses saisons pour connaître le mode de répartition de la chaleur suivant la conductibilité des sols. De semblables recherches ne seraient pas sans intérêt pour l'agriculture, en faisant connaître les sols et notamment la

profondeur où il faut semer les graines qui craignent le plus la gelée pour ne pas en souffrir. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète d'Encke et les phénomènes qu'elle vient de présenter à sa dernière apparition.* Note de **M. Faye.**

« Les astronomes anglais ont été vivement frappés de la singulière figure sous laquelle la comète d'Encke vient de se montrer. M. Huggins a bien voulu m'écrire que le spectre de cette comète lui a paru exactement semblable à celui de la comète II, 1868, qui présenta trois bandes brillantes coïncidant en position et en éclat relatif avec trois bandes du spectre du carbone. Ses observations datent du 8 novembre : elles ont été confirmées par celles des 9, 12, 13, 14, 16 et 17 du même mois. Presque toute la lumière de la comète paraissait se réduire à celle de ces trois bandes. La plus brillante, voisine de *b*, avait pour longueur d'onde environ 5160 millionnièmes de millimètre, à sa limite la moins réfrangible. La bande qui venait après celle-là, dans l'ordre de l'éclat, était beaucoup moins brillante ; elle commençait par une longueur d'onde de 4735 millionièmes de millimètre. La plus faible avait (toujours du côté le moins réfrangible) 5632 millionièmes de millimètre. Pas de trace de polarisation : la lumière de cette comète ne présentait donc certainement pas une proportion considérable de lumière polarisée (1).

» M. Huggins a noté également que la matière cométaire paraissait s'écouler *vers* le Soleil ; elle ne semblait pas avoir encore éprouvé l'action répulsive de cet astre, ou être parvenue à l'état particulier (quel que soit cet état) sous lequel la matière des comètes devient susceptible d'être chassée par le Soleil et de former une queue.

» D'autre part M. Airy a communiqué à la Société Royale Astronomique, dans sa séance du 10 novembre, les détails suivants :

» 9 *novembre*. Comète large et faible; figure en éventail, sans noyau. M. Carpenter note une nébulosité qui s'étend bien au delà de l'éventail brillant, mais seulement du côté où s'ouvre cet éventail. Du côté opposé, il semble que cette nébulosité soit coupée net, à peu près en ligne droite, immédiatement en arrière du sommet de l'éventail. L'Astronome royal a montré sur un globe céleste que le côté ouvert de l'éventail était directement tourné vers le Soleil.

---

(1) Cette importante Communication de M. Huggins, qui m'est parvenue par l'intermédiaire de M. l'abbé Moigno, a déjà été insérée dans les *Mondes*.

» Au premier abord, il semblerait que ces phénomènes fussent en pleine contradiction, soit avec ceux que les comètes ont constamment présentés jusqu'ici, soit avec la théorie que j'ai proposée depuis longtemps pour les expliquer. Une bien simple réflexion suffit, je crois, pour montrer qu'il n'en est rien. Les queues multiples des comètes ont déjà prouvé que leurs matériaux sont loin d'être homogènes. Les moins denses forment les queues presque droites, étroites et d'un faible éclat; les matériaux plus denses forment les queues plus recourbées et plus brillantes. Ces matériaux divers, séparés et comme tamisés par l'action solaire, sont perdus sans retour par la comète. Chaque fois qu'elle revient au périhélie, elle subit cette action et perd ainsi une nouvelle portion de ses matériaux les moins denses, les plus susceptibles de raréfaction par la chaleur, et finalement de dissémination dans l'espace. Les comètes non périodiques ne subissent qu'une fois cette action, et, si elles passent assez près du Soleil, elles nous présentent à leur périhélie un spectacle splendide. Les comètes périodiques à orbites très-allongées, comme la comète de Halley, la subissent plusieurs fois, à de longs intervalles; mais celles qui ont une courte période de sept à cinq ans reviennent beaucoup plus souvent au Soleil et doivent donner plus tôt des symptômes d'épuisement.

» Or la comète d'Encke, dont nous venons de décrire l'état actuel, est précisément celle qui a la période la plus courte (trois ans un tiers). Si cette comète qui, depuis 1786, époque de la première découverte, a déjà exécuté vingt-six fois son retour au périhélie, appartient à notre système depuis quelques siècles seulement, elle a dû subir un grand nombre de fois l'action du Soleil, et perdre presque tous ses matériaux les plus sensibles à l'action solaire. En fait, cette comète, qui présente depuis longtemps des formes assez mal définies, avait, au commencement de ce siècle, une queue très-visible à l'œil nu et un noyau brillant comme une étoile de quatrième grandeur. L'observation de M. Carpenter montre, d'ailleurs, que l'épuisement de la comète d'Encke en matériaux susceptibles d'être repoussés par le Soleil n'est pas encore complet : il en reste assez pour former une assez vaste nébulosité et un véritable rudiment de queue, et, par suite, pour rendre compte de la lumière propre du noyau, dans l'ordre d'idées que j'ai exposé dernièrement au sujet d'une ingénieuse hypothèse de M. Tait (1).

---

(1) *Sur l'histoire et l'état présent de la théorie des comètes* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1025, séance du 30 octobre 1871).

» Il ne me semble rester de ce singulier phénomène qu'une difficulté relative à la coupe théorique d'une tête de comète telle que je l'ai déduite des calculs de M. Roche basés sur l'hypothèse de l'action répulsive du Soleil. Cette difficulté consiste en ce que l'émission nucléale n'a pas eu lieu jusqu'ici par les deux bouts opposés. Il est vrai que nous n'avons pas affaire cette fois avec un noyau cométaire proprement dit, et que nos études ne peuvent réellement pas s'appliquer à un état de dislocation aussi avancé que celui de la comète d'Encke.

» Il serait néanmoins fort intéressant que ces phénomènes fussent suivis avec de grands moyens optiques pendant toute la durée de l'apparition, car les observations dont nous venons de parler sont encore bien éloignées de l'époque du passage au périhélie, époque où l'action du Soleil pourra s'accentuer davantage. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les protubérances solaires.* 6e Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de toutes les observations faites sur les protubérances pendant l'année qui vient de finir. Je crois indispensable de présenter ce résumé, car il achève de démontrer que les conclusions formulées après les premières observations se trouvent confirmées par une période assez considérable, comprenant 9 rotations solaires. Ces résumés font aussi ressortir des faits nouveaux, qui ont une grande importance pour la théorie solaire. Les 9 rotations synodiques approximatives sont distribuées comme il suit, avec le nombre des jours d'observation effective.

*Tableau des rotations et des jours d'observations = g.*

| | Jours. |
|---|---|
| Rot. I, du 23 avril au 25 mai | 25 |
| II, du 22 mai au 18 juin | 24 |
| III, du 19 juin au 15 juillet | 26 |
| IV, du 16 juillet au 12 août | 28 |
| V, du 13 août au 9 septembre | 25 |
| VI, du 10 septembre au 7 octobre | 18 |
| VII, du 8 octobre au 4 novembre | 14 |
| VIII, du 5 novembre au 4 décembre | 8 |
| IX, du 5 décembre au 31 décembre | 16 |

» Le nombre total des protubérances notées et figurées est de 2667; le

nombre total des jours d'observation complète est de 184. On a rejeté les jours incomplets (1).

» Voici les conséquences qui découlent des tableaux suivants :

» 1° Le tableau A contient le nombre de protubérances observées, disposées de 10 en 10 degrés de latitude héliographique. *a*) On voit qu'il y a deux maxima principaux de fréquence, placés entre 20 et 30 degrés lat. nord, et entre 10 et 30 degrés lat. sud; deux maxima secondaires se trouvent entre 70 et 80 degrés dans chaque hémisphère. Les minima principaux tombent entre 60 et 70 degrés nord et 50 et 60 degrés sud; un minimum secondaire, près de l'équateur, entre zéro et 10 degrés nord; deux autres minima, aux pôles. *b*) On voit que, dans les rotations successives, il n'y a pas trace de mouvement progressif du maximum principal vers les pôles, comme on l'a soupçonné; s'il y a quelque petite oscillation ou déplacement, le phénomène n'a qu'une courte durée : nous verrons dans l'avenir si cela se confirme. *c*) Comme, dans les différentes rotations, le nombre des jours d'observation n'est pas le même, pour rendre comparables les nombres des protubérances observées, on a divisé leurs sommes par le nombre des jours; on trouve ainsi la colonne $\frac{S}{G}$, qui montre que le nombre des protubérances a atteint un maximum entre mai et juin, et un minimum de septembre à novembre. Ces variations sont d'accord avec l'activité solaire, déduite de la fréquence des taches.

» 2° Mais, pour juger de l'activité solaire, le nombre des protubérances ne suffit pas; il importe de considérer leur élévation. Pour cela, on a dressé trois autres tableaux. Le tableau B contient la hauteur moyenne de toutes les protubérances observées; cette hauteur est exprimée au moyen d'une unité arbitraire, plus convenable pour les observations, et qui correspond à 8 secondes, pour la facilité du dessin. Ce tableau prouve : *a*) que les régions où les protubérances sont le plus nombreuses sont aussi celles où elles sont le plus élevées; *b*) que la hauteur moyenne est allée en diminuant de la II^e^ à la VIII^e^ rotation (22 mai au 4 décembre), et qu'à cette dernière époque elle est réduite à $\frac{4}{7}$; actuellement, elle paraît augmenter de nouveau; *c*) que dans l'hémisphère sud, elles sont un peu plus élevées et plus nombreuses que dans l'hémisphère nord.

» 3° Pour mieux évaluer cet élément intéressant, on a séparé dans le ta-

---

(1) Pour les autres particularités des méthodes d'observations, *voir* les Communications précédentes.

TABLEAU A. — *Résumé du nombre des protubérances observées.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE | | TOT. | MOY. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° | 70° | 60° | 50° | 40° | 30° | 20° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° à 90° | N. | S. | | $\frac{S}{G}$. |
| I. | 10 | 12 | 11 | 22 | 13 | 20 | 30 | 21 | 17 | 36 | 36 | 27 | 33 | 22 | 7 | 17 | 20 | 12 | 156 | 200 | 356 | 14,24 |
| II. | 6 | 32 | 18 | 11 | 14 | 28 | 27 | 26 | 26 | 28 | 35 | 30 | 21 | 25 | 9 | 24 | 18 | 9 | 188 | 199 | 387 | 16,12 |
| III. | 16 | 23 | 13 | 8 | 21 | 26 | 27 | 24 | 29 | 24 | 30 | 26 | 26 | 19 | 12 | 15 | 35 | 12 | 187 | 199 | 386 | 14,85 |
| IV. | 26 | 24 | 10 | 14 | 21 | 28 | 34 | 35 | 30 | 26 | 33 | 34 | 35 | 25 | 5 | 10 | 26 | 26 | 222 | 220 | 442 | 15,78 |
| V. | 19 | 20 | 2 | 14 | 15 | 25 | 29 | 27 | 23 | 25 | 24 | 33 | 28 | 22 | 6 | 7 | 31 | 24 | 174 | 200 | 374 | 14,96 |
| VI. | 12 | 10 | 3 | 5 | 15 | 19 | 18 | 20 | 21 | 17 | 21 | 23 | 19 | 13 | 5 | 6 | 22 | 14 | 123 | 140 | 263 | 14,61 |
| VII. | 14 | 8 | 5 | 2 | 11 | 15 | 12 | 15 | 10 | 14 | 17 | 21 | 11 | 10 | 6 | 3 | 11 | 15 | 92 | 108 | 200 | 14,28 |
| VIII. | 4 | 5 | 8 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 7 | 9 | 10 | 9 | 4 | 7 | 3 | 2 | 4 | 12 | 50 | 60 | 110 | 13,75 |
| IX. | 11 | 8 | 8 | 8 | 11 | 15 | 18 | 27 | 20 | 23 | 22 | 20 | 16 | 13 | 8 | 3 | 13 | 15 | 116 | 133 | 249 | 15,56 |
| Tot. | 118 | 142 | 73 | 87 | 125 | 182 | 203 | 195 | 183 | 202 | 228 | 223 | 183 | 156 | 61 | 87 | 180 | 139 | 1208 | 1459 | 2667 | 14,49 |

TABLEAU B. — *Hauteur moyenne des protubérances.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | | HÉMISPH. | | MOY. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° | 70° | 60° | 50° | 40° | 30° | 20° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° à 90° | N. | S. | $\frac{S}{G}$. |
| I. | 6,8 | 5,6 | 4,6 | 5,7 | 5,7 | 5,0 | 6,3 | 5,7 | 6,7 | 6,1 | 6,7 | 7,6 | 6,0 | 5,5 | 4,2 | 5,1 | 7,6 | 5,0 | 6,56 | 5,96 | 6,26 |
| II. | 6,1 | 7,8 | 9,5 | 9,3 | 6,2 | 8,3 | 6,6 | 7,3 | 7,2 | 7,6 | 7,3 | 7,3 | 8,4 | 6,1 | 6,3 | 7,3 | 7,3 | 6,9 | 7,59 | 7,17 | 7,38 |
| III. | 6,7 | 7,0 | 6,0 | 7,7 | 8,1 | 7,5 | 7,8 | 6,6 | 7,0 | 7,3 | 6,6 | 8,7 | 8,5 | 7,4 | 5,8 | 6,7 | 6,7 | 5,8 | 7,15 | 7,09 | 7,12 |
| IV. | 5,2 | 5,7 | 6,2 | 6,8 | 7,1 | 6,2 | 7,4 | 6,6 | 6,1 | 7,0 | 6,5 | 6,6 | 6,8 | 6,0 | 4,8 | 5,5 | 6,6 | 5,6 | 6,36 | 6,15 | 6,25 |
| V. | 5,3 | 5,5 | 2,3 | 5,6 | 6,2 | 7,6 | 7,7 | 5,4 | 6,1 | 6,1 | 6,5 | 6,9 | 7,6 | 7,6 | 6,9 | 4,9 | 5,9 | 7,3 | 5,72 | 6,63 | 6,17 |
| VI. | 4,6 | 4,6 | 1,5 | 4,7 | 5,1 | 6,2 | 6,2 | 5,5 | 4,7 | 4,6 | 6,2 | 5,7 | 5,5 | 6,4 | 4,2 | 4,1 | 5,5 | 4,9 | 4,79 | 5,29 | 5,04 |
| VII. | 4,3 | 4,6 | 3,6 | 2,0 | 3,9 | 7,6 | 4,2 | 4,7 | 5,7 | 4,6 | 4,6 | 7,8 | 8,1 | 5,3 | 6,5 | 4,0 | 4,6 | 4,3 | 4,51 | 5,42 | 4,96 |
| VIII. | 2,6 | 3,5 | 1,5 | 1,5 | 5,5 | 4,5 | 5,1 | 4,1 | 4,0 | 4,9 | 4,9 | 5,9 | 5,3 | 4,7 | 4,2 | 1,2 | 4,2 | 5,0 | 3,59 | 4,50 | 4,05 |
| IX. | 4,1 | 3,2 | 3,2 | 4,0 | 4,5 | 7,3 | 5,6 | 4,7 | 5,6 | 5,8 | 5,3 | 5,8 | 7,1 | 4,4 | 4,2 | 3,8 | 3,6 | 4,3 | 4,69 | 4,92 | 4,81 |
| Moy. | 5,08 | 5,28 | 4,27 | 5,25 | 5,81 | 6,69 | 6,32 | 5,62 | 5,90 | 6,00 | 6,07 | 6,92 | 7,03 | 5,93 | 4,69 | 4,73 | 5,77 | 5,45 | 5,66 | 5,90 | 5,78 |

TABLEAU B′. — *Résumé du nombre des protubérances depuis 40 secondes et au-dessus.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | | HÉMISPH. | | TOT. | MOY. | JOURS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° | 70° | 60° | 50° | 40° | 30° | 20° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° à 90° | N. | S. | | $\frac{S}{G}$. | |
| I. | 6 | 8 | 4 | 10 | 7 | 11 | 19 | 13 | 13 | 19 | 23 | 20 | 13 | 13 | 3 | 12 | 9 | 8 | 91 | 120 | 211 | 8,44 | 25 |
| II. | 5 | 32 | 15 | 9 | 10 | 25 | 19 | 23 | 24 | 22 | 32 | 25 | 19 | 22 | 5 | 23 | 16 | 8 | 162 | 172 | 334 | 13,92 | 24 |
| III. | 16 | 23 | 12 | 7 | 18 | 23 | 25 | 21 | 25 | 23 | 30 | 25 | 24 | 15 | 9 | 4 | 33 | 9 | 170 | 172 | 342 | 13,15 | 26 |
| IV. | 20 | 20 | 9 | 12 | 16 | 14 | 28 | 27 | 25 | 21 | 28 | 29 | 30 | 18 | 3 | 7 | 33 | 20 | 171 | 189 | 360 | 12,86 | 28 |
| V. | 12 | 17 | 1 | 9 | 19 | 20 | 28 | 20 | 17 | 18 | 19 | 27 | 25 | 20 | 5 | 3 | 27 | 20 | 143 | 154 | 297 | 11,88 | 25 |
| VI. | 7 | 6 | 0 | 2 | 0 | 13 | 13 | 11 | 14 | 6 | 17 | 15 | 11 | 11 | 1 | 2 | 19 | 8 | 66 | 84 | 150 | 8,77 | 18 |
| VII. | 6 | 2 | 0 | 1 | 1 | 13 | 5 | 6 | 4 | 7 | 9 | 12 | 8 | 6 | 2 | 2 | 5 | 7 | 38 | 58 | 96 | 6,86 | 14 |
| VIII. | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 | 5 | 1 | 0 | 1 | 5 | 25 | 29 | 54 | 6,75 | 8 |
| IX. | 3 | 1 | 0 | 2 | 5 | 12 | 13 | 8 | 13 | 11 | 11 | 10 | 8 | 5 | 4 | 0 | 5 | 7 | 59 | 61 | 120 | 7,44 | 16 |
| Tot. | 77 | 110 | 41 | 52 | 77 | 134 | 154 | 132 | 138 | 130 | 175 | 169 | 140 | 115 | 33 | 53 | 148 | 92 | 925 | 1039 | 1964 | | |

TABLEAU B″. — *Résumé du nombre des protubérances de 64 secondes et au-dessus.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE | | TOT. | MOY. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° | 70° | 60° | 50° | 40° | 30° | 20° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° à 90° | N. | S. | | S/G. |
| I. | 6 | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | 10 | 5 | 3 | 13 | 13 | 9 | 6 | 5 | 0 | 2 | 10 | 2 | 40 | 60 | 100 | 4,00 |
| II. | 2 | 5 | 8 | 7 | 3 | 13 | 9 | 10 | 10 | 13 | 16 | 12 | 11 | 5 | 2 | 7 | 7 | 2 | 67 | 75 | 142 | 5,92 |
| III. | 5 | 13 | 2 | 5 | 12 | 13 | 14 | 9 | 13 | 7 | 10 | 15 | 10 | 4 | 3 | 8 | 9 | 2 | 86 | 78 | 164 | 6,31 |
| IV. | 1 | 8 | 2 | 7 | 9 | 12 | 11 | 7 | 8 | 11 | 10 | 11 | 11 | 8 | 0 | 1 | 12 | 3 | 65 | 67 | 132 | 4,72 |
| V. | 3 | 2 | 0 | 2 | 5 | 8 | 13 | 4 | 5 | 7 | 7 | 8 | 13 | 13 | 2 | 1 | 3 | 11 | 42 | 65 | 107 | 4,03 |
| VI. | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 6 | 1 | 0 | 2 | 6 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 14 | 20 | 34 | 1,88 |
| VII. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 15 | 25 | 1,78 |
| VIII. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 7 | 10 | 1,25 |
| IX. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 3 | 2 | 3 | 6 | 5 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 21 | 37 | 2,31 |
| Tot. | 18 | 33 | 14 | 26 | 36 | 65 | 65 | 40 | 44 | 61 | 69 | 71 | 67 | 39 | 7 | 19 | 43 | 23 | 343 | 408 | 751 | 3,220 |

TABLEAU C. — *Largeur.*

| ROTATIONS. | HÉMISHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | | HÉMISPH. | | MOY. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° à 70° | 70° | 60° | 50° | 40° | 30° | 20° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° à 90° | N. | S. | S/G. |
| I. | 6,8 | 7,7 | 5,5 | 6,4 | 5,6 | 6,3 | 7,3 | 5,5 | 5,5 | 5,6 | 5,9 | 5,2 | 5,4 | 5,4 | 7,2 | 6,8 | 6,3 | 7,7 | 6,29 | 6,16 | 6,22 |
| II. | 4,0 | 5,5 | 5,3 | 5,2 | 6,8 | 5,9 | 6,3 | 5,3 | 5,6 | 7,3 | 6,4 | 4,9 | 5,8 | 4,7 | 5,8 | 5,7 | 7,1 | 4,1 | 5,55 | 5,75 | 5,65 |
| III. | 7,3 | 6,1 | 5,7 | 5,2 | 6,6 | 6,8 | 6,4 | 5,6 | 5,7 | 6,4 | 7,4 | 7,1 | 7,3 | 5,8 | 7,3 | 7,0 | 6,4 | 5,3 | 6,15 | 6,89 | 6,52 |
| IV. | 5,2 | 5,5 | 5,4 | 5,8 | 5,9 | 5,6 | 6,4 | 5,5 | 5,6 | 5,3 | 6,5 | 5,7 | 5,2 | 4,6 | 4,5 | 4,7 | 6,5 | 4,9 | 5,65 | 5,32 | 5,48 |
| V. | 3,9 | 4,9 | 0,0 | 4,5 | 5,3 | 6,5 | 6,6 | 6,8 | 6,2 | 6,3 | 6,7 | 6,0 | 6,8 | 6,5 | 5,3 | 5,2 | 5,1 | 5,7 | 4,95 | 5,95 | 5,45 |
| VI. | 4,1 | 3,9 | 2,5 | 6,4 | 4,8 | 6,0 | 4,6 | 5,6 | 5,4 | 4,7 | 4,4 | 6,7 | 5,3 | 4,8 | 4,1 | 2,9 | 5,1 | 4,1 | 4,81 | 4,68 | 4,75 |
| VII. | 4,6 | 5,1 | 6,7 | 2,2 | 4,5 | 6,1 | 5,0 | 5,9 | 5,3 | 5,4 | 5,1 | 4,7 | 6,0 | 4,8 | 4,6 | 3,7 | 3,6 | 5,1 | 5,05 | 4,81 | 4,93 |
| VIII. | 2,1 | 5,3 | 4,0 | 3,2 | 6,2 | 4,2 | 6,3 | 6,7 | 5,5 | 4,5 | 4,7 | 4,5 | 5,5 | 6,4 | 5,2 | 5,0 | 3,8 | 4,7 | 4,83 | 4,92 | 4,87 |
| IX. | 7,2 | 8,4 | 5,3 | 7,1 | 5,4 | 6,5 | 6,2 | 7,7 | 7,5 | 5,5 | 7,1 | 6,7 | 6,8 | 5,3 | 5,6 | 4,5 | 6,2 | 4,4 | 6,81 | 5,79 | 6,30 |
| Moy. | 5,02 | 5,82 | 4,49 | 5,10 | 5,68 | 5,99 | 6,12 | 6,06 | 5,81 | 5,66 | 6,03 | 5,83 | 6,01 | 5,37 | 5,51 | 5,05 | 5,56 | 5,12 | 5,57 | 5,58 | 5,575 |

TABLEAU D. — *Nombre des facules.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE | | TOTAL. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° | 70° | 60° | 50° | 40° | 30° | 20° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° à 90° | N. | S. | |
| I. | 6 | 5 | 5 | 14 | 29 | 37 | 42 | 31 | 13 | 38 | 46 | 36 | 21 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | " | " | " |
| II. | 5 | 10 | 22 | 23 | 32 | 47 | 42 | 33 | 17 | 36 | 48 | 49 | 38 | 26 | 28 | 25 | 14 | 4 | " | " | " |
| III. | 4 | 15 | 25 | 18 | 17 | 30 | 45 | 45 | 24 | 31 | 50 | 50 | 33 | 17 | 14 | 25 | 20 | 2 | " | " | " |
| IV. | 13 | 12 | 12 | 10 | 18 | 34 | 49 | 46 | 20 | 20 | 44 | 51 | 43 | 27 | 13 | 14 | 17 | 11 | " | " | " |
| V. | 13 | 10 | 6 | 5 | 19 | 25 | 40 | 43 | 32 | 20 | 41 | 44 | 35 | 20 | 11 | 15 | 11 | 13 | " | " | " |
| VI. | 12 | 17 | 5 | 13 | 19 | 21 | 31 | 38 | 31 | 14 | 31 | 34 | 27 | 18 | 8 | 10 | 8 | 13 | " | " | " |
| VII. | 2 | 11 | 5 | 4 | 8 | 21 | 24 | 23 | 17 | 15 | 26 | 27 | 18 | 14 | 9 | 2 | 6 | 5 | " | " | " |
| VIII. | 6 | 1 | 3 | 4 | 5 | 8 | 12 | 11 | 8 | 6 | 13 | 13 | 7 | 6 | 5 | 3 | 6 | 2 | " | " | " |
| IX. | 4 | 4 | 6 | 4 | 3 | 5 | 10 | 10 | 8 | 12 | 16 | 13 | 9 | 4 | 2 | 4 | 4 | 5 | " | " | " |
| Totaux. | 61 | 75 | 83 | 95 | 150 | 223 | 295 | 280 | 170 | 192 | 315 | 317 | 231 | 142 | 100 | 106 | 94 | 61 | 1432 | 1558 | 2990 |

bleau B′ toutes les protubérances dont la hauteur est supérieure à 5 unités, c'est-à-dire à 40 secondes; elles sont au nombre de 1964. Il en résulte : *a*) que les positions de leurs maxima et minima gardent les mêmes places, à très-peu près, que dans le tableau général B; *b*) que le maximum secondaire aux bords de la zone polaire est encore très-bien tranché; *c*) que la hauteur moyenne de ces protubérances pendant les rotations II à V a été presque double de celle des rotations VI à IX. *d*) Dans le tableau B″, on a recueilli toutes les protubérances supérieures à 8 unités ou à 64 secondes, et l'on arrive aux mêmes conclusions relativement à la place des maxima et minima. Mais *e*) on remarque qu'après la V^e^ rotation (après le 10 septembre), le nombre des protubérances supérieures à cette limite a beaucoup diminué; il s'est réduit à $\frac{1}{5}$, et l'on ne compte en tout que 471 protubérances surpassant cette hauteur. *f*) Cet état particulier est en relation visible avec le nombre des taches, qui a beaucoup diminué après ladite époque. *g*) Les diamètres solaires, pris au chronographe, ont aussi montré plus de régularité dans cette période de tranquillité solaire.

» 4° Dans le tableau C, on a classé toutes les protubérances selon l'étendue en latitude occupée par leur base sur le bord solaire. On arrive ainsi aux conclusions suivantes : *a*) les régions qui fournissent des maxima et des minima pour le nombre des protubérances sont aussi celles dans lesquelles les protubérances sont le plus étendues; *b*) dans les rotations successives, à la diminution de hauteur correspond une diminution d'étendue ou de largeur; *c*) on ne peut pas poursuivre davantage le parallèle avec les hauteurs, car il y a souvent de grandes étendues où la chromosphère est très-haute et très-vive, mais elle n'arrive qu'à 24 secondes, limite conventionnelle fixée pour caractériser une protubérance. Cependant, quoi qu'il en soit, on trouve que *les masses de protubérances* les plus élevées sont aussi celles qui sont les plus étendues en longitude et en latitude, bien que l'on rencontre quelquefois des protubérances étroites et isolées qui arrivent à une grande hauteur.

» 5° Le tableau D contient la classification des positions des facules, et l'on trouve : *a*) que les régions des maxima des facules coïncident avec les régions déjà indiquées du maximum principal des protubérances en hauteur et largeur; *b*) que ces facules ont un minimum secondaire à l'équateur, et qu'après les maxima placés entre 10 et 30 degrés, elles décroissent jusqu'aux pôles; *c*) que cependant, près des pôles, il y a des régions où les granulations assez vives arrivent jusque près des bords, et, en tenant compte de celles-ci, on trouverait un deuxième maximum secondaire des facules

aux bords des zones polaires; mais ces limites étant très-difficiles à observer, on n'en a pas toujours tenu compte.

» 6° Parmi les 893 protubérances observées du 26 août au 31 décembre, on en trouve 471 qui ont une direction bien tranchée, en forme de panaches inclinés; or de ce nombre, 370 sont inclinées, selon la loi du transport de l'atmosphère solaire, de l'équateur aux pôles, et 101 seulement ont été trouvées dirigées en sens contraire; 40 ont été verticales, sur les pôles ou à l'équateur. En rapprochant ce résultat de celui de mes précédentes Communications, on voit que ce fait ne peut être accidentel. Je vois que M. Spœrer est arrivé aussi au même résultat, après moi. Je remarquerai ici que, dans les époques de plus grande activité, la loi est plus constante et plus tranchée.

» 7° Pendant cette période, comprenant presque neuf mois, j'ai observé un grand nombre de véritables éruptions. Voici les résultats généraux : *a*) Cependant je n'en ai vu aucune à une latitude supérieure à 45 degrés. Les plus belles sont comprises entre zéro et 36 degrés. *b*) Les éruptions proprement dites ont une durée très-courte : en une heure, tout est à peu près fini; quelquefois, il suffit d'un temps encore plus court. *c*) On peut résumer les phases d'une éruption de la manière suivante : l'éruption est précédée par un cumulus, ou dôme irrégulier très-vif, qui soulève la chromosphère; peu à peu le sommet du dôme se soulève, des jets se prononcent et sont suivis par des arcs paraboliques de matière éruptive, qui retombent sur le Soleil : la plus grande partie de la masse soulevée se diffuse dans l'atmosphère solaire, s'y dissout et perd son éclat; enfin il reste un petit jet, dépouillé de sa magnifique parure, qui s'éteint à son tour. *d*) La plus grande hauteur à laquelle j'aie *vu et mesuré* la matière projetée a été de 4′32″, ce qui cependant n'empêche pas qu'on ait pu voir des soulèvements plus grands. *e*) Cette grande hauteur n'est atteinte que par l'hydrogène et la matière de la raie $D_3$. Les vapeurs des autres métaux n'arrivent jamais aussi haut. Les corps que j'ai vus s'élever le plus haut sont le sodium et la matière qui produit la raie rouge, à peu près à égale distance entre B et C, comme je l'ai constaté le 19 décembre dernier. Les autres particularités sont déjà connues, et je ne crois pas en devoir occuper l'Académie.

» Les observations sont continuées, mais il est désormais très-probable que, si elles apportent plus de précision aux résultats énoncés ci-dessus, elles ne modifieront pas essentiellement leur énoncé.

» Je remercie l'Académie d'avoir bien voulu prendre en considération l'importante question de la température solaire. Je me réserve, dans une

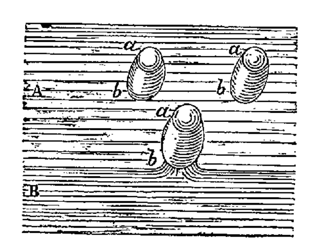
prochaine Communication, de lui présenter quelques observations sur le chiffre qui a été assigné devant elle, en vue seulement d'éclaircir davantage la question. »

PHYSIQUE. — *Distillation simultanée de l'eau et de l'iodure butylique;* *par* **M. Is. Pierre.**

« Lorsqu'on met, dans une cornue, de l'eau et de l'iodure butylique, ces deux liquides s'y superposent dans l'ordre de leurs densités, c'est-à-dire que l'iodure, dont la densité est égale à 1,6 environ, se dépose au fond de la cornue.

» Si l'on chauffe la masse liquide mixte, la température s'élève progressivement jusque vers 95 ou 96 degrés; à cette limite, elle reste stationnaire; une ébullition régulière se manifeste et la distillation commence. Chacun de ces deux phénomènes méritant ici une attention spéciale, nous allons nous y arrêter successivement.

» *Ébullition.* — On voit de grosses gouttes d'iodure se détacher de la couche inférieure constituée par l'iodure et traverser la couche d'eau, puis retomber en la parcourant en sens inverse. Comment chacune de ces gouttes d'iodure peut-elle s'élever ainsi, dans un liquide ayant une densité bien moindre que la sienne? L'observation nous permet d'en constater la possibilité; nous n'en pouvons dire davantage. Chacune des gouttes d'iodure dont il vient d'être question est surmontée d'une bulle creuse et transparente, d'apparence sphérique, remplie de vapeur, et beaucoup moins dense que l'eau; on comprend aisément qu'un système composé d'une pareille bulle et d'une goutte d'iodure, de grosseur convenable, puisse avoir encore une densité moyenne inférieure à celle de l'eau, de même que nous voyons un ballon gonflé, muni de sa nacelle et de tous ses agrès, conserver encore une densité moyenne inférieure à celle de l'air et s'y élever. La figure ci-jointe donnera facilement une idée de nos gouttes d'iodure lestant leurs bulles de vapeur respectives: *a* représente la bulle de vapeur et *b* la goutte qui s'y trouve suspendue; l'une d'elles est représentée encore adhérente à la couche d'iodure, au moment où elle va s'en séparer.




» La coloration rose de l'iodure, qu'il est difficile d'éviter au contact de l'air et de l'humidité, rend le mouvement des gouttes plus facile à discerner que s'il s'agissait d'un liquide complétement incolore.

» Tant qu'il reste une seule goutte d'iodure au fond de l'eau, la température d'ébullition, accusée par un thermomètre plongeant dans le bain mixte, ne subit pas de changement sensible; mais, lorsque tout l'iodure a disparu, la température s'élève progressivement et d'une manière continue, jusqu'à ce qu'elle ait atteint 100 degrés, c'est-à-dire que nous rentrons alors dans le cas ordinaire de l'eau.

» *Distillation.* — Lorsqu'on distille l'iodure seul, il bout à 122°,5; en présence de l'eau, il bout et distille vers 96 degrés. La température de son ébullition se trouve donc alors abaissée de 26°,5.

» Des deux liquides, le plus volatil, c'est l'eau, qui bout à 100 degrés; il semble, *à priori*, que l'eau devrait distiller plus rapidement que l'iodure; mais si, pendant toute la durée de l'expérience, on observe les proportions relatives des deux liquides condensés, on trouve que, sur un total de 100 parties, en volume, de liquide condensé, l'eau ne figure que pour 21, tandis que l'iodure figure pour 79, c'est-à-dire quatre fois plus en volume, et près de six fois et demie plus en poids.

» Ce rapport paraît indépendant de celui des quantités de liquides contenus dans la cornue, puisque, vers la fin de l'expérience, quand il ne reste presque plus que des traces d'iodure, en présence d'un grand excès d'eau, ce rapport est exactement le même que lorsque les deux liquides sont en présence, volume à volume, dans cette même cornue.

» En résumé, lorsqu'on soumet l'iodure butylique à la distillation en présence de l'eau :

» 1° L'ébullition a lieu à 96 degrés, c'est-à-dire que la température à laquelle se produit alors le phénomène se trouve abaissée de 26°,5;

» 2° Cette température d'ébullition reste invariable, tant que les deux liquides sont en présence;

» 3° Elle paraît indépendante des proportions relatives des deux liquides;

» 4° Le rapport en volume des deux liquides passant à la distillation est celui de 21 d'eau contre 79 d'iodure;

» 5° Ce rapport est indépendant de celui des quantités des deux liquides contenus dans la cornue.

» L'iodure éthylique, en présence de l'eau, se comporte d'une manière analogue. Le mélange bout régulièrement à 66 degrés, tandis que l'iodure seul bout à 70, et la température d'ébullition reste constante; seulement, la proportion d'eau condensée en même temps que l'iodure, pendant la distillation, est beaucoup plus faible que dans le cas de tous les liquides que

nous avons examinés jusqu'à ce jour. Elle atteint à peine 3 ou 4 pour 100. L'iodure éthylique donne lieu, pendant son ébullition en présence de l'eau, aux mêmes apparences que l'iodure butylique. »

## RAPPORTS.

CHIMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Grüner *relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes.*

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Fremy, H. Sainte-Claire Deville rapporteur.)

« L'oxyde de carbone est le réducteur le plus souvent utilisé dans les opérations métallurgiques; cela tient à ce qu'il est le produit définitif, ou au moins prédominant, de la combustion du charbon, quand celui-ci est en excès et porté à une haute température dans les foyers de toutes formes employés dans l'industrie. C'est surtout pour la fabrication de la fonte, de l'acier et du fer où l'oxyde de carbone joue un rôle considérable qu'il est utile de connaître avec précision toutes ses propriétés et toutes ses réactions sur les divers oxydes du fer et sur le fer lui-même. L'étude des faits qui se rattachent à ces questions primordiales a occupé un grand nombre de chimistes éminents, qui les ont fait servir à l'explication des phénomènes que l'on observe dans la pratique de la métallurgie du fer pur ou carburé. MM. Laurent et Le Play, dans des Mémoires (1) connus de tout le monde, ont agité la question de savoir si l'oxyde de carbone pouvait aciérer le fer pur. M. Margueritte, dans des travaux récents (2) d'une netteté et d'une précision remarquables, dont les résultats ont été confirmés depuis leur publication et dont les conclusions sont en complet accord avec les propriétés nouvelles reconnues dans l'oxyde de carbone, semble avoir résolu le problème posé par ses prédécesseurs. Le colonel Caron (3), en apportant dans la discussion de ces questions des faits nouveaux, en découvrant et utilisant pour la théorie de la formation de l'acier, l'influence des gaz carburés, le phénomène remarquable de la réduction par le silicium de l'oxyde de carbone, etc., MM. Troost et Hautefeuille (4), dans un Mémoire sur

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXV, p. 403.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 5.
(3) *Comptes rendus*, t. LV, LVI, LVII, LIX, LXII, LXIII, LXVI.
(4) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 252.

l'oxydation à haute température des fers carburés et silicés, ont complété l'étude des phénomènes produits au contact de l'oxyde de carbone et du fer fortement chauffé.

» Mais ces phénomènes deviennent tout autres lorsqu'on les étudie à des températures basses, par exemple entre 400 et 500 degrés du thermomètre centigrade.

» Le Dr Stammer (1) a découvert un fait très-étrange : il a fait voir qu'en faisant passer, à une température inférieure au ramollissement du verre, de l'oxyde de carbone sur de l'oxyde de fer, on obtenait, en outre du fer réduit, une quantité considérable d'un charbon très-volumineux, uniformément imprégné de fer, où la proportion du métal atteint à peine quelques centièmes de la masse totale, tant est grande la quantité de charbon déposé par cette réaction. Le colonel Caron a depuis confirmé tous ces résultats (2), et s'en est même servi pour expliquer les phénomènes d'aciération observés par M. Margueritte. Ces faits ont été étudiés à nouveau en 1869, par M. Lowthiau Bell, propriétaire de la belle usine à fer de Clarence Works, près de Middlesbourg. Cet habile métallurgiste a rendu compte de ses premières expériences dans le *Journal de la Société chimique de Londres* (3), puis dans un Mémoire spécial sur la théorie des hauts-fourneaux (4).

» La haute position sociale et scientifique que M. Bell (5) occupe en Angleterre, les moyens puissants d'expérimentation et d'observation qu'il possède, donnent un grand crédit et une grande influence à ses publications. Nous n'en extrairons néanmoins que ce qui concerne le sujet spécial qui est traité dans ce Rapport et en abrégeant, pour ne pas abuser de l'attention de l'Académie.

» En soumettant, comme l'a fait M. Bell, à l'action des gaz d'un haut-fourneau du minerai de fer porté à une température voisine de 400 de-

---

(1) *Annales de Poggendorff*, t. LXXXII, p. 136.

(2) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 333.

(3) Numéro de juin 1869.

(4) *On the development and appropriation of heat in Iran blast furnaes, etc.*

(5) M. L. Bell, gendre de M. Pattinson, auquel l'industrie est redevable de grands et fructueux progrès, a mis sa grande fortune au service de la science. Il a depuis longtemps, avec le concours de M. Brivet, fabriqué de l'aluminium à son usine de Washington, près Newcastle. Dès que les procédés d'extraction du thallium ont été publiés par M. Lamy, il en a fait préparer des quantités considérables, qui ont été distribuées dans les laboratoires de l'Europe, et en particulier dans notre pays, avec une générosité qu'il est juste de reconnaître ici.

grés, on le voit au bout de quelques heures se réduire partiellement, se couvrir de charbon floconneux, puis tomber en poussière en augmentant de volume. La proportion de carbone ainsi déposé peut aller jusqu'à 20 et même 25 pour 100 du poids du minerai. Le même effet se produit par l'oxyde de carbone pris à cette même température, tandis qu'en opérant la réduction à la chaleur rouge, il n'y a jamais de charbon déposé ni avec l'oxyde de carbone pur ni avec le gaz des hauts-fourneaux. M. Bell explique ce singulier phénomène; mais il hésite entre plusieurs théories. D'après l'opinion à laquelle il semble s'arrêter dans une lettre inédite du 19 juin 1870, « l'oxyde de fer se trouverait ramené par l'oxyde de car-» bone à un degré inférieur, tel que $Fe^xO^y$; puis celui-ci se réoxyderait de » nouveau aux dépens de l'oxyde de carbone, en isolant le carbone flo-» conneux. »

» Pour compléter l'exposé succinct de nos connaissances sur ces réactions, nous décrirons une observation faite en 1865, dans le laboratoire de l'École Normale, à l'époque où l'un de nous répétait les expériences de M. Margueritte. Dans un tube de porcelaine chauffé, on plaçait un faisceau de fils de fer de clavecin qui dépassait de part et d'autre la portion du tube de porcelaine exposée à l'action de la chaleur (1). De cette manière, le fer était dans ses différents points à toutes les températures comprises entre 400 et 1300 degrés environ. En faisant passer sur ce faisceau de l'oxyde de carbone, le fer se recouvrait de charbon pulvérulent à ses deux extrémités peu échauffées et se transformait en acier dans la partie rouge. En coupant, pour les fondre, les portions de fer recouvertes de charbon, on avait un mélange de fonte saturée de charbon et de charbon en excès. On établissait ainsi que l'oxyde de carbone peut, à haute température, aciérer le fer sans jamais le saturer, conformément aux conclusions de M. Margueritte, et produire les éléments de la fonte, pourvu que la température fût convenablement abaissée. On sait, en outre, par les expériences de l'un de nous et de M. Cailletet, que l'oxyde de carbone peut être dissocié par la seule action d'une température élevée.

» M. Bell observa la plupart de ces faits en faisant varier la température.

» C'est à ce moment que M. Grüner, inspecteur général des mines, dont les nombreux travaux font autorité dans la métallurgie, entreprit d'élucider

(1) Ce tube, rempli de fer, servait aussi à purifier l'oxyde de carbone employé dans d'autres expériences, et à le dépouiller du bioxyde d'azote qu'il pouvait contenir, à cause des impuretés de l'acide oxalique et de l'acide sulfurique servant à sa préparation.

ces faits importants par des expériences précises, par des analyses multipliées et une critique sévère de tous les détails de ces phénomènes obscurs.

» M. Grüner, non-seulement répète et confirme les expériences de ses prédécesseurs sur la production du charbon floconneux, au contact de l'oxyde de carbone et de l'oxyde de fer à basse température, mais encore il fait une analyse immédiate du plus haut intérêt sur le produit définitif de cette réaction nouvelle. Voici ses résultats :

» En faisant passer de l'oxyde de carbone pur sur du sesquioxyde de fer naturel, à une température voisine de 400 degrés (1), le premier effet obtenu est la transformation du sesquioxyde en un oxyde, ou un mélange d'oxydes moins oxygénés, sans dépôt bien notable de charbon. Puis celui-ci apparaît et se produit dès lors avec une rapidité très-grande. En opérant sur de très-petites quantités de matières, on épuise l'action du gaz réducteur; en analysant par les procédés les plus rationnels le mélange résultant, on trouve les nombres suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Charbon | 33,40 | | |
| Oxyde magnétique | 3,75 | tenant oxygène | 1,05 |
| Argile du minerai | 0,61 | | |
| Fer métallique | 61,19 | | |
| Oxygène uni à ce fer | 1,05 | | 1,05 |
| | 100,00 | | 2,10 |

» Le colonel Caron avait déjà constaté la présence de l'oxygène dans le charbon ferrugineux (2).

» M. Grüner conclut de ces nombres que la réduction totale de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone dans ces conditions est impossible, et que le dépôt de charbon par le dédoublement de l'oxyde de carbone devient très-faible, sinon nul, dès que la réduction de l'oxyde de fer est parvenue à ses limites extrêmes.

» L'analyse immédiate démontre en outre que le charbon ferrugineux, résultat définitif de l'action de l'acide de carbone, est une matière complexe formée avec du carbone, du fer métallique, du protoxyde de fer, ou peut-

(1) Votre Commission a vérifié que cette température devait être supérieure à 350 degrés, point d'ébullition du mercure, dans la vapeur duquel la réaction est sensiblement nulle et pouvait être inférieure à 440 degrés, point d'ébullition du soufre, dans la vapeur duquel la réaction se développe complétement.

(2) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 335.

être du sous-oxyde (1), solubles dans l'acide nitrique très-faible, et enfin de l'oxyde magnétique insoluble dans cet acide. L'expérience prouve que le fer ne peut jamais décomposer l'oxyde de carbone pur avec production d'oxyde magnétique. Si la présence de cet oxyde est un indispensable produit de la réaction complexe que nous venons d'étudier, il s'ensuivra que l'oxyde de carbone pur ne pourra jamais la déterminer, et que ce gaz ne déposera jamais de charbon sur le fer pur. L'action d'un gaz oxygéné devra précéder l'action de l'oxyde de carbone, ou un oxyde de fer devra être mélangé au fer lui-même.

» C'est ce que l'auteur essaie de démontrer par les expériences dont nous allons donner brièvement les principaux résultats.

» On peut, sans grand inconvénient, employer du fil de carde, en le supposant exempt d'oxyde appartenant à la scorie dont sa substance n'est jamais complétement dépouillée; mais il est plus difficile de se procurer de l'oxyde de carbone entièrement privé d'air et surtout de bioxyde d'azote, quand on le prépare avec de l'acide sulfurique et de l'acide oxalique qui ont eux-mêmes été préparés avec de l'acide nitrique (2) et en retiennent les éléments avec une grande ténacité. Il vaut donc mieux, pour ces expériences, employer l'oxyde de carbone obtenu avec l'acide carbonique et le charbon. Mais on sait combien il est difficile de dépouiller les gaz de l'air que les matières et les appareils de production et d'épuration contiennent et gardent obstinément malgré les précautions les plus rigoureuses. D'un autre côté, on verra que 2,10 d'oxygène seulement sont contenus dans le charbon ferrugineux au moment où 63,89 de fer ne peuvent plus déterminer le dédoublement de l'oxyde de carbone, et que, par conséquent, une très-petite quantité d'oxygène suffit, au contact du fer, pour déterminer la décomposition d'une grande quantité d'oxyde de carbone. Il en résulte que les expériences de M. Grüner, que nous allons décrire, doivent paraître concluantes.

» M. Grüner prend du fil de fer de carde très-fin et en construit des hélices qu'il introduit dans un tube de verre chauffé vers 400 degrés, et

---

(1) Les expériences de M. Debray (*Comptes rendus*, t. XLV, p. 1018), faites, il est vrai, à une température plus élevée que 400 degrés, prouvent, d'une manière indubitable, qu'un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique à volumes égaux transforme le fer ou l'un quelconque de ses oxydes en protoxyde de fer.

(2) Aujourd'hui, la plus grande partie de l'acide oxalique répandu dans le commerce provient d'une autre source et doit être exempt d'acide nitrique.

qui est traversé par de l'oxyde de carbone provenant de la réduction de l'acide carbonique par le charbon rouge. Le gaz est purifié par de la potasse, du pyrogallate de potasse, par un mélange de vitriol vert et de potasse caustique, et enfin complétement desséché. La réaction entre le fer et l'oxyde de carbone paraît alors sensiblement nulle : à peine quelques traces de charbon dans les sillons tracés par la filière à la surface du fer, à peine une augmentation de poids de quelques milligrammes sur plus de 3 grammes de fil de fer et au bout de cinq heures.

» Mais, si sans déranger le tube de verre, et pendant le même temps, on fait passer sur le même fer ou sur d'autres hélices de l'oxyde de carbone non dépouillé de l'acide carbonique qui domine toujours au commencement de l'opération, les hélices se couvrent bientôt de charbon ferrugineux en quantité telle que le tube est obstrué, et que le poids du métal a augmenté de plus de 1 cinquième de sa valeur primitive. Le fer s'est sans doute oxydé avant de provoquer le dépôt du charbon.

» Le même phénomène se produit lorsqu'on fait agir de l'oxyde de carbone sur du fer en introduisant dans l'appareil un peu d'oxyde magnétique (1).

» Ainsi M. Grüner conclut de ces expériences que pour être réduit par le fer, l'oxyde de carbone doit apporter avec lui ou rencontrer une certaine quantité d'acide carbonique ou d'oxygène.

» Le charbon ferrugineux obtenu avec du fer de carde dans ces circonstances contient :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Charbon.............. | 92,14 | | |
| Oxyde magnétique...... | 1,67 | contenant oxygène.. | 0,45 |
| Fer.................. | 5,57 | | |
| Oxygène.............. | 0,62 | » | 0,62 |
| | 100,00 | Oxygène.......... | 1,07 |

» Les méthodes d'analyse immédiate employées par M. Grüner ne permettent pas d'admettre que l'oxygène rapporté à l'oxyde magnétique ne

(1) La Commission a répété cette expérience dans les circonstances suivantes : 2 grammes de fer provenant de la réduction du sesquioxyde pur ont été soumis pendant six fois vingt-quatre heures à l'action de l'oxyde de carbone pur; il s'est formé 107 milligrammes d'acide carbonique, et le fer a simplement changé de couleur en noircissant légèrement. On a introduit dans le tube qui contenait le fer 1 décigramme d'hématite, et dans le même temps, avec le même gaz, on a obtenu 6$^{gr}$,633 d'acide carbonique, et le tube a été obstrué par le charbon ferrugineux formé aux dépens de l'oxyde et du fer lui-même, ce qui a mis

lui appartient pas, et qu'il se trouve combiné au charbon pour former un de ces oxydes graphitiques que M. Brodie a découverts et que M. Berthelot a étudiés avec tant de soin.

» M. Grüner termine son Mémoire en développant un système d'explication qui n'est pas tout à fait différent de celui qui a été adopté par M. Bell. Nous n'exposerons pas les opinions de l'auteur sur ce point, pour ne pas augmenter l'étendue de ce Rapport.

» On en trouvera une discussion très-développée et très-habile dans le Mémoire auquel nous renvoyons les personnes curieuses d'approfondir ces questions délicates.

» En résumé, le travail de M. Grüner contient un grand nombre de faits de la plus haute importance pour l'étude des propriétés du gaz oxyde de carbone, de son action sur le fer et les oxydes de fer, pour la théorie de la fabrication du fer et de la cémentation, et nous demandons à l'Académie de vouloir bien insérer son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Sur le gyroscope marin.* Note de **M. É. Dubois.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« L'illustre Foucault a démontré l'invariabilité du plan de rotation d'un tore métallique animé d'une grande vitesse, et cette invariabilité lui a permis de donner une nouvelle preuve du mouvement de rotation de la terre. J'ai eu l'idée d'appliquer le gyroscope de Foucault à la conduite du bâtiment; celui que M. Juhel, mécanicien du *Bougainville* (annexe du *Borda*), et moi nous avons fait exécuter, a pour but de donner le nombre de degrés dont un navire vient sur tribord ou sur babord, quand les nécessités de la navigation l'obligent à changer de cap.

» Le tore est traversé par un axe portant un pignon et terminé par deux points qui s'appuient sur des agathes fixées à un cercle métallique horizon-

---

fin à l'opération. Le fer qui était en éponge solide et brillante s'est changé en une poudre noire et veloutée, et le charbon déposé s'est élevé à $2^{gr},98$. Le tube de verre était chauffé dans de la vapeur de soufre.

Pendant le même temps, de l'oxyde de carbone pur a passé sur du fil de carde chauffé très-légèrement par une flamme de gaz, sans qu'il se soit produit autre chose qu'une légère coloration superficielle.

tal, qui peut tourner autour de deux pivots supportés par un second cercle métallique vertical soutenu par deux pivots, dont le supérieur traverse un second cercle, et porte une aiguille parcourant un cadran. Lorsque le tore est en mouvement, l'invariabilité de son plan détermine l'invariabilité du cercle vertical, et par suite de l'aiguille indicatrice. L'ensemble du tore et des deux cercles est suspendu par un système à la Cardan, de sorte que le roulis et le tangage n'ont aucune action sur le plan de rotation.

» Le mouvement est donné au tore par un système d'engrenages, portant un pignon à coulisse et à crémaillère, qui vient engrener avec le pignon que porte l'axe du tore, et qui, grâce à la crémaillère et à une manivelle, peut, avec une facilité surprenante, abandonner le pignon du tore à un moment donné, et laisser le tore tourner avec la plus entière liberté.

» Les deux ou trois séries d'expériences que nous avons faites à bord du *Bougainville*, naviguant avec les élèves, en rade de Brest, ont été complétement satisfaisantes.

» Le tore donne environ de 6 à 8 000 tours à la minute, et tourne pendant 8 minutes.

» Lorsque l'on connaîtra la déviation des compas à un cap du navire, il suffira, pour l'avoir à un autre cap, de mettre le tore en mouvement au moment où l'on viendra sur le bord voulu, et de comparer l'angle décrit par l'aiguille du tore à celui qui est indiqué par l'aiguille du compas lorsque le navire aura atteint le cap demandé.

» *La différence des deux angles donnera la différence des deux déviations.*

» Une disposition particulière permet d'obtenir la déviation des compas quand on ne connaît pas la première déviation. Pour cela, un aimant est placé sur un plateau, exactement au-dessus ou au-dessous de l'aiguille aimantée, et ce plateau peut être écarté ou rapproché de l'aiguille aimantée à l'aide d'une crémaillère. La distance du centre de l'aimant et du centre de l'aiguille aimantée est indiquée exactement à l'aide de traits marqués sur la crémaillère.

» Si nous nommons M la déviation de l'aiguille aimantée à une certaine distance $d$ de l'aimant, F l'intensité de l'aimant, en prenant pour unité l'intensité de la composante horizontale du magnétisme terrestre dans le lieu; L la demi-distance des pôles de l'aimant, $l$ la demi-distance des pôles de l'aiguille, et enfin $F'$ la composante normale à l'aiguille de l'action magnétique due au navire (*) pour le cap considéré, on aura, pour équation

(*) *Voir* la deuxième édition de mon *Cours de Navigation*, p. 655.

d'équilibre de l'aiguille à une hauteur $d$ de l'aimant, et en appelant $\alpha$ l'angle que font à ce moment l'aiguille et l'aimant,

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\sin M - FL\sin\alpha\left[\frac{1}{(d^2+L^2+l^2-2Ll\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}}\right.\\ &\qquad\qquad \left. + \frac{1}{(d^2+L^2+l^2+2Ll\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}}\right] + F' = 0, \end{aligned}\right.$$

ou, en posant

$$K = \left[\frac{1}{(d^2+L^2+l^2-2Ll\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{(d^2+L^2+l^2+2Ll\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}}\right] \text{(nombre donné par une table),}$$

$$(2)\qquad \sin M - FL\sin\alpha . K + F' = 0.$$

» Si nous faisons venir le batiment d'un angle $\gamma$ sur tribord par exemple, cet angle étant mesuré avec le gyroscope, l'aiguille aimantée se déplacera, puisque sa position relativement au méridien magnétique aura changé; mais, en faisant varier, en hauteur seulement, la position de l'aimant, nous pourrons ramener l'aiguille à faire avec cet aimant le même angle $\alpha$ que précédemment.

» L'angle M étant alors devenu $M+\gamma$, et en remarquant que, d'après les travaux de M. Airy, le centre magnétique du bâtiment n'aura pas sensiblement changé ni de position ni d'intensité par ce changement de cap, l'action normale $F'$ du magnétisme sur l'aiguille aimantée sera encore sensiblement la même; on aura donc, pour équation d'équilibre, en appelant $d'$ la distance de l'aiguille et de l'aimant à ce moment,

$$(3)\qquad \sin(M+\gamma) - FL\sin\alpha . K' + F' = 0.$$

» Les équations (2) et (3) nous donnent l'équation

$$(4)\qquad 2\cos\left(M+\frac{\gamma}{2}\right)\sin\frac{\gamma}{2} = F\sin\alpha\,(K'-K),$$

équation qui donnerait M si l'on connaissait F.

» Si l'on change la hauteur de l'aimant, et si l'on fait faire à l'aiguille avec le barreau aimanté un angle $\alpha'$ différent de $\alpha$ (d'un angle $\delta$), et qu'on agisse comme précédemment, quand on reviendra au cap primitif, on aura, eu égard aux deux distances $d''$ et $d'''$ nouvelles, l'équation analogue à (4) :

$$(5)\qquad 2\cos\left(M+\delta+\frac{\gamma}{2}\right)\sin\frac{\gamma}{2} = F\sin\alpha'\,(K'''-K'').$$

» Des deux équations (4) et (5) on déduit :

$$\tang\left(M + \frac{\delta}{2} + \frac{\gamma}{2}\right) = \cotg\frac{\delta}{2} \times \frac{\sin\alpha'}{\sin\alpha}\frac{(K' - K)}{(K''' - K'')}, \tag{6}$$

équation qui donne M, d'une manière suffisamment exacte pour les besoins de la navigation. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rôle des organes respiratoires chez les larves aquatiques.* Mémoire de **M. Monnier**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Wurtz.)

« Après avoir admis la circulation du sang chez les larves aquatiques, mon but est de démontrer :

» 1° Que les trachées n'interviennent pas dans l'acte respiratoire de ces larves, comme on a cru le reconnaître jusqu'à ce jour, mais que la respiration est, de tout point, semblable à celle des autres animaux aquatiques;

» 2° Que les trachées, dont toutes les larves sont pourvues, ont pour but de répandre uniformément une couche d'air sous la peau de la nymphe, afin de rendre tout frottement impossible entre l'insecte et son enveloppe;

» 3° Que les organes respiratoires de la nymphe servent à accumuler une profusion d'air dans l'œsophage et le gésier, et que cet air, expulsé subitement par l'anus, projette mécaniquement l'insecte hors de son tégument compliqué, instantanément et sans lutte. »

**M. Wolf** adresse une Lettre relative au développement et à la disposition nouvelle qu'il conviendrait de donner aux expériences qu'il a déjà soumises au jugement de l'Académie, sur le mode d'observation à adopter pour le prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

**M. A. Brachet** adresse une Note relative à un « Nouveau réfracteur binoculaire astronomique, fondé sur l'emploi de petits prismes rectangulaires, et sur les retouches locales ».

(Renvoi à la Commission nommée pour les Communications précédentes du même auteur.)

**M. Trémaux** adresse une Note intitulée « Phénomènes indiquant l'état du milieu sidéral ».

Suivant l'auteur, les difficultés que les astronomes ont cru rencontrer

contre l'existence des atmosphères sidérales vient de ce qu'ils ont supposé que la matière devait tourner, à une certaine distance de l'astre en rotation, avec une vitesse telle que la force centrifuge ne lui permît plus de demeurer autour de l'astre. L'auteur admet que la vitesse de rotation suivrait une progression décroissante déterminée, depuis l'atmosphère immédiate jusqu'à l'astre secondaire le plus éloigné, aussi bien autour des planètes qu'autour du Soleil.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

**M. A. Hébert** adresse une Note relative à un nouveau frein pour les trains de chemin de fer.

(Renvoi à l'examen de M. Phillips.)

**M. Kruÿt**, **M. Ledyord** adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

## CORRESPONDANCE.

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport adressé par l'Observatoire de Washington, sur l'éclipse totale du 22 décembre 1871;

2° La huitième feuille de la Carte géologique de la Suisse, avec le texte qui s'y rapporte;

3° Un volume adressé par M. *Cornalia*, et portant pour titre « Monographie des vertébrés fossiles de la Lombardie », et faisant partie de la « Paléontologie lombarde » publiée par M. l'abbé *A. Stoppani*;

4° Le « Monde primitif de la Suisse, par M. le Dr *Oswald Heer* », traduit de l'allemand par M. *J. Demole*;

5° Une brochure de M. *Furiet*, intitulée « Notice sur le captage des eaux minérales d'Encausse »;

6° Une brochure de M. *Tribes*, sur la « Complication diphtéroïde contagieuse des plaies ». Cette dernière brochure sera renvoyée à la Commission nommée pour les questions relatives à la pourriture d'hôpital.

M. **Bresse** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des places actuellement vacantes dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

PHYSIQUE. — *Recherches sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant, entre les pôles duquel un disque métallique est mis en mouvement; par* M. H. de Jacobi. (Extrait.)

» Dans la séance du 11 septembre dernier, M. P.-A. Favre avait présenté à l'Académie des Sciences une Note sur l'origine de la chaleur développée, lorsque le mouvement communiqué à un disque métallique s'éteint sous l'influence d'un électro-aimant.

» D'après lui, le courant de la pile, circulant dans les bobines, ne subissait aucune altération, soit que le disque fût mis en mouvement, soit qu'il fût laissé en repos. Les courants moléculaires, auxquels est dû le magnétisme de l'électro-aimant, sont constants et ne peuvent être influencés par les courants d'induction voisins, circulant dans le disque.

» Ces conclusions ne m'ayant pas paru d'accord avec les lois générales de l'induction, je me décidai à répéter l'expérience de M. Favre, avec un appareil de M. Foucault, construit par Rhumkorff lui-même. Cependant, les moyens d'expérimentation employés par M. Favre ne m'ayant pas paru assez sensibles pour décider la question, comme je n'avais besoin ni d'un calorimètre, ni d'un voltamètre, mais seulement d'un galvanomètre, j'ai employé un galvanomètre à réflexion d'une extrême sensibilité.

» Le multiplicateur de cet instrument n'a que 240 tours d'un fil de cuivre de 112 mètres de long et de $1^{mm},58$ de diamètre. Ce fil est enroulé sur un cadre représentant une masse d'à peu près 2 kilogrammes de cuivre rouge. Ce cadre, qui entoure de très-près l'une des aiguilles d'un système parfaitement astatique, sert à éteindre rapidement les oscillations de ce système.

» Les aiguilles ont 14 centimètres de longueur, 5 millimètres de largeur et 2 millimètres d'épaisseur. Il ne m'a pas paru inutile d'entrer dans ces détails.

» La sensibilité de ce galvanomètre ne permit pas de l'interposer directement dans le circuit des bobines de l'électro-aimant et d'une pile même très-faible. Mais, comme dans cette expérience il ne s'agissait que d'avoir

un électro-aimant, celui de l'appareil Foucault pouvait en servir, vu que ses branches polaires de fer doux possédaient un magnétisme rémanent assez appréciable.

» En effet, après avoir établi un circuit entre les bobines de l'électro-aimant et le fil du multiplicateur, on vit l'aiguille lancée hors du champ de l'échelle, au moment où l'on ferma les branches polaires par une armature, et ceci arriva également après avoir couvert ces branches par une feuille de papier-carton. Cette expérience prouve la sensibilité du galvanomètre et constate la direction de la déviation de l'aiguille; nous désignerons cette déviation par (+), si le courant d'induction est dû à un accroissement, et par (—), s'il est dû à un affaiblissement du magnétisme des noyaux de fer doux.

» 1° *Disque de cuivre*, circuit formé des bobines de l'électro-aimant et du multiplicateur. L'opérateur commence à tourner la manivelle, d'abord avec un mouvement accéléré, puis aussi rapidement et aussi uniformément qu'il est possible. Immédiatement, l'aiguille se met en mouvement et avance lentement et irrégulièrement, pour ainsi dire par étapes, jusques vers la — 100<sup>e</sup> division de l'échelle (la valeur des divisions étant de 28 minutes chacune). Après avoir atteint une déviation de — 46',7, l'aiguille s'arrête un instant et retourne ensuite plus lentement encore qu'elle ne s'était avancée, mais aussi d'une manière discontinue et irrégulière, jusqu'à la 5<sup>e</sup> division, où elle s'arrête de nouveau. Elle fait autour de ce point des oscillations lentes et irrégulières, dont les amplitudes ne dépassent pas 5 à 6 divisions. En voyant l'aiguille persévérer dans cet état, je ralentis le mouvement, puis on lâche la manivelle pour faire cesser la rotation d'elle-même. Au moment où la vitesse du disque avait commencé à se ralentir, l'aiguille avait dépassé le point zéro et s'était avancée lentement et aussi irrégulièrement qu'auparavant, jusques vers la + 100<sup>e</sup> division, d'où elle retourna ensuite à sa position d'équilibre, après avoir achevé ses oscillations ordinaires.

» En faisant plusieurs expériences de suite, j'observai que (jusqu'à une certaine limite) celles qui succédaient accusaient constamment des courants (— +) plus faibles que celles qui avaient précédé. J'en conclus que les courants d'induction circulant dans l'intérieur du disque, pendant sa rotation, ont dû exercer une influence sur les noyaux de fer doux, dans le sens d'un affaiblissement de leur magnétisme rémanent.

» En effet, dans mes premières expériences, je m'étais contenté du magnétisme rémanent de l'électro-aimant de l'appareil qui, depuis plu-

sieurs années, n'avait servi à aucune expérience. On pouvait donc supposer que les molécules de fer avaient eu le temps d'acquérir une espèce d'équilibre magnétique; quelle autre cause que le mouvement du disque aurait pu déranger cet équilibre? Par la suite, je fis souvent renforcer le magnétisme rémanent, en faisant passer le courant d'une pile de Bunsen à travers les bobines de l'électro-aimant, pendant que ses branches polaires étaient fermées par une armature.

» Pour donner un exemple de l'affaiblissement successif de ce magnétisme rémanent, ou plutôt des courants d'induction engendrés par le disque en mouvement, je vais rapporter une de mes expériences.

» 2° Après avoir fait une dizaine d'essais l'un après l'autre, les déviations de l'aiguille étaient descendues de (— +) 100 jusqu'à environ (— +) 20 à 30 divisions. Alors, pour rétablir le magnétisme rémanent, je procédai comme je viens de le dire. Après quelques minutes, la pile et l'armature furent enlevées et le premier circuit (bobines et multiplicateur) rétabli. J'observai expressément que, une ou deux minutes s'étant passées avant de fermer le circuit par l'interrupteur de l'appareil, le système astatique des aiguilles resta parfaitement en repos; mais, au moment où la manivelle fut touchée, l'image de l'échelle disparut du champ de vision de la lunette.

» Quelque temps après, le mouvement du disque ayant cessé et l'aiguille étant revenue à zéro, l'opérateur mit de nouveau la manivelle en mouvement; aussitôt l'aiguille s'avança, par étapes, jusqu'à 310, puis retourna jusqu'à zéro, où elle resta stationnaire, en faisant des oscillations de — 15 à + 5 divisions. Elle commença à avancer de l'autre côté, jusqu'à + 190, dès que le mouvement du disque fût ralenti et jusqu'à son extinction.

» A une troisième expérience, la déviation n'était que de — 210 et de + 200, à la sixième de (— +) 100 divisions.

» Le résultat de l'expérience suivante complète l'analyse du phénomène. Je fis rompre le circuit par l'interrupteur et imprimer au disque une rotation aussi rapide et aussi uniforme que le travail de la main le permit, puis je fis subitement rétablir le circuit. Immédiatement, je vis l'aiguille s'avancer, comme poussée par un choc, mais seulement, de 5 à 8 divisions, puis passer de l'autre côté de zéro et faire, comme dans les expériences précédentes, des oscillations irrégulières autour de ce point. En faisant lâcher la manivelle, l'aiguille passa instantanément, par étapes, jusqu'à environ + 90 divisions.

» L'expérience que je fis ensuite ne se distingue de la première qu'en ce

que le circuit ne fut rétabli qu'après que l'opérateur avait lâché la manivelle, et pendant que l'inertie des masses de l'appareil avait encore entretenu le mouvement du disque. Au moment de la fermeture du circuit, l'aiguille s'avança immédiatement du côté +, et ses déviations furent plus ou moins prononcées, selon que le moment de la fermeture fut moins ou plus éloigné du moment de cessation du travail de l'opérateur.

» D'après ce qui précède, il est indubitable *que le disque en mouvement exerce une influence sur les pôles voisins de l'électro-aimant, et donne lieu à des courants d'induction dans les bobines qui l'entourent.*

» *Lorsque la vitesse du mouvement est accélérée, ces courants sont contraires au courant de la pile, qui imprime ou qui avait imprimé à l'électro-aimant son magnétisme.*

» *Dès que la vitesse du mouvement devient uniforme, ces courants disparaissent; ils se renversent et prennent une direction dans le sens du courant de la pile, quand la vitesse du disque est retardée.*

» La vitesse de la manivelle étant périodiquement accélérée ou retardée, ces variations s'accusent par les étapes et les irrégularités qu'on observe dans les mouvements de l'aiguille, si elle avance de l'un ou de l'autre côté. En adaptant un volant à l'engrenage de l'appareil, ces irrégularités disparaîtraient ou diminueraient considérablement. Le mouvement de l'aiguille se complique encore par son astasie, qui fait faire à l'aiguille des oscillations très-lentes, et par la masse du cadre qui l'entoure et qui réduit l'amplitude de ses oscillations rapidement à zéro.

» Les courants d'induction circulent dans les bobines, au commencement et à la fin du mouvement du disque, ils sont opposés en direction et probablement de force égale. Ces courants étant en outre très-faibles, leur effet total se réduit parfaitement, ou très-approximativement, à zéro; ce qui s'accorde avec les résultats obtenus par M. Favre, qui n'avait considéré le phénomène que dans son ensemble.

» Faraday, Nobily, Matteuci et d'autres physiciens, en examinant la direction des courants qui se produisent dans l'intérieur du disque tournant autour d'un axe en présence d'un aimant, avaient observé un déplacement de ces courants dans la direction de la rotation et dépendant de la vitesse du disque. Toutefois, leurs expériences diffèrent, surtout par les dimensions des pôles et du disque, essentiellement de celles que réalise l'appareil de M. Rhumkorff.

» En outre, les branches polaires, de forme carrée, embrassent, dans l'appareil que j'ai à ma disposition, les deux tiers du rayon du disque.

Néanmoins, j'ai voulu voir s'il ne se produit aucune modification dans le mouvement de l'aiguille, en ouvrant une dérivation aux courants circulant dans l'intérieur du disque. J'ai tenté cet essai en appliquant à ce disque deux électrodes à ressort, liées entre elles par un conduit de très-peu de résistance, l'une de ces deux électrodes frottant le bord, l'autre, l'axe du disque. Cependant, les mouvements de l'aiguille ne différaient en rien de ceux qu'on avait observés antérieurement, sans cette dérivation.

» 4° J'ai encore fait quelques autres séries d'expériences, en renforçant le magnétisme de l'électro-aimant par des piles faibles ou très-énergiques. A cet effet, je fis construire un second circuit, destiné uniquement à la pile, séparé entièrement du circuit principal, et ne consistant qu'en une hélice d'une seule couche de fil de cuivre, recouvert de soie, et dont les spires furent placées entre les spires des bobines. C'était la seule place que la construction de l'appareil, auquel je ne voulais pas faire de changement, laissait à ma disposition. Les bouts de cette hélice étant réunis à la pile, le circuit des bobines et du multiplicateur a pu rester intact.

» Voici une des séries d'expériences faites avec cette combinaison.

| | Couple de Daniell. | | | Couple de Bunsen. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | — 150 | + 200 | | — 128 | + 185 |
| | — 180 | + 225 | | — 128 | + 185 |
| | — 210 | + 213 | | — 128 | + 185 |
| En moyenne... | — 180 | + 213 | En moyenne... | — 128 | + 185 |

» On voit d'abord que les écarts de l'aiguille n'ont pas atteint ceux qu'on a obtenus dans l'expérience du n° 2, où le magnétisme rémanent avait été renforcé. Ensuite, on est frappé par ce fait, observé par moi dans toutes les expériences analogues, qu'en se servant de la pile de Bunsen, les déviations, malgré l'aimantation très-énergique des électro-aimants, ont été constamment moindres que celles qu'on obtenait en employant la pile, beaucoup plus faible, de Daniell.

» J'avais cru trouver une explication de ce fait curieux, en considérant l'hélice avec sa pile comme un circuit fermé enveloppant les bobines. En effet, il est connu qu'une pareille enveloppe affaiblit, plus ou moins, les courants d'induction circulant dans les bobines, selon que la conductibilité de cette enveloppe est plus ou moins grande.

» Cette explication, cependant, ne paraît pas satisfaisante, puisqu'en supprimant la pile, je n'ai pu observer aucune différence dans les écarts de l'aiguille, soit que les bouts de l'hélice aient été directement réunis entre

eux en les plongeant dans une coupe remplie de mercure, soit qu'ils aient été séparés.

J'ai fait aussi des expériences avec des disques en fer et en acier trempé, exactement égaux au disque de cuivre. Ces disques, que j'ai fait confectionner exprès pour ces expériences, m'ont donné exactement les mêmes résultats que le disque de cuivre.

» Il convient d'observer encore que, ni le sens de la rotation, ni la direction du courant de la pile n'ont d'influence sur la direction de la déviation de l'aiguille. »

PLASTICODYNAMIQUE. — *Lois géométriques de la distribution des pressions, dans un solide homogène et ductile soumis à des déformations planes* (*). Note de M. J. Boussinesq, présentée par M. de Saint-Venant.

« Lorsqu'un corps homogène et isotrope est assujetti à des mouvements parallèles à un plan (que je choisirai pour celui des $xy$) et indépendants de la coordonnée normale $z$, les forces N, T qui y sont développées à un moment donné et en un point quelconque, sur les trois éléments plans perpendiculaires aux axes, sont indépendantes de $z$ et se réduisent aux composantes $N_1$, $N_2$, $T_3$ parallèles au plan des $xy$, et $N_3$ normale à ce plan. D'après le théorème bien connu exprimant l'équilibre du tétraèdre élémentaire, la force exercée sur tout élément plan parallèle à l'axe des $z$ et défini par l'angle $\alpha$ que fait sa normale avec les $x$ positifs, sera parallèle au plan des $xy$ et aura pour composantes respectives, suivant les $x$ et suivant les $y$, $N_1 \cos\alpha + T_3 \sin\alpha$, $T_3 \cos\alpha + N_2 \sin\alpha$. Ces expressions, respectivement multipliées par $-\sin\alpha$, $\cos\alpha$, ou par $\cos\alpha$, $\sin\alpha$, et ajoutées, donnent les deux composantes, tangentielle $\mathfrak{T}$ et normale $\mathfrak{N}$, de la même force. On trouve ainsi

$$(1)\quad \begin{cases} 2\mathfrak{T} = R\cos(2\alpha - \psi), \quad 2\mathfrak{N} = N_2 + N_1 + R\sin(2\alpha - \psi), \\ \text{où} \\ \cos\psi = \dfrac{2T_3}{R}, \quad \sin\psi = \dfrac{N_2 - N_1}{R}, \quad R = +\sqrt{(N_2 - N_1)^2 + 4T_3^2}. \end{cases}$$

(*) M. de Saint-Venant a donné de ce problème (*Comptes rendus*, t. LXX, 7 mars 1870) des équations différentielles dont M. Maurice Levy est parvenu, dans un article remarquable du 6 novembre 1871, et en introduisant des simplifications permises, à obtenir des intégrales. La complication assez grande de ces intégrales m'a porté à chercher la solution géométrique que je donne aujourd'hui, et qui a l'avantage de conduire à des lois d'une simplicité inespérée.

» J'appellerai *cylindres isostatiques* (*) les deux systèmes de cylindres orthogonaux et perpendiculaires au plan des $xy$, dont les normales en chaque point seront respectivement inclinées sur les $x$ d'angles $\alpha_1$ et $\alpha_2$, tels que $2\alpha_1 - \psi = 90^\circ$ et $2\alpha_2 - \psi = 270^\circ$; sur les éléments plans de ces cylindres on aura, d'après (1), $\mathcal{T} = 0$, c'est-à-dire qu'ils ne seront sollicités que par des forces normales $F$, $F_1$, dont la somme est $N_1 + N_2$ et la différence $2R$. Soient $f(x, y) = \rho$, $f_1(x, y) = \rho_1$, $\rho$ et $\rho_1$ étant deux paramètres, les équations de ces deux familles de cylindres; $p$ et $q$ les deux dérivées de $\rho$ en $x$ et $y$; $p_1$ et $q_1$ les deux dérivées pareilles de $\rho_1$; $h = \sqrt{p^2 + q^2}$ et $h_1 = \sqrt{p_1^2 + q_1^2}$ les paramètres différentiels du premier ordre de $\rho$ et $\rho_1$. Ces cylindres divisent le corps en filets prismatiques ayant pour sections normales des rectangles curvilignes infiniment petits MACB, et dont chaque fibre, celle qui, par exemple, se projette en M, est parallèle à l'axe des $z$ et est définie, soit par les deux coordonnées $x$, $y$ du point M, soit par les valeurs des paramètres $\rho$ et $\rho_1$ des deux cylindres MB, MA qui s'y coupent. On sait que $h$, $h_1$ représentent les deux dérivées respectives de $\rho$ et de $\rho_1$ dans les sens des normales $MS$, $MS_1$ menées respectivement aux mêmes cylindres : si donc on pose $MA = \varepsilon$, $MB = \varepsilon_1$, de M à A le paramètre $\rho$ croîtra de $d\rho = h\varepsilon$, et $\rho_1$, de M à B, croîtra de $d\rho_1 = h_1\varepsilon_1$. Menons encore BA′ parallèle à MA; l'angle $CBA' = \theta$, qui mesure l'inclinaison de deux côtés opposés du rectangle curviligne, vaudra le rapport de CA′ à MA, ou, sauf erreur négligeable, $\frac{CA - BM}{MA} = \frac{1}{\varepsilon}\frac{d\varepsilon_1}{d\rho}d\rho = h\frac{d\varepsilon_1}{d\rho}$.

» Cela posé, et les forces qui produisent les déformations étant supposées assez grandes pour se faire sensiblement équilibre à tout instant, écrivons que, si l'on projette sur MS toutes les forces appliquées à la surface laté-

(*) Lamé a désigné par ce nom d'*isostatiques* les surfaces auxquelles ne sont appliquées que des actions normales : il croyait qu'un triple système orthogonal de surfaces pareilles existait toujours dans un corps; ce qui est une erreur, bien qu'il y ait en chaque point trois éléments plans rectangulaires sollicités par des forces normales, parce qu'il ne suffit pas, pour que ces éléments plans se raccordent de manière à former des surfaces, que leurs inclinaisons varient avec continuité d'un point aux points voisins. Toutefois, le beau théorème sur les surfaces isostatiques, qui se trouve démontré au § CXLIX des *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, n'en subsiste pas moins pour les cas où ces surfaces existent : il serait assez facile de l'établir géométriquement, en raisonnant comme je le fais ci-après pour obtenir les formules (2), qui n'en sont qu'une application.

rale du filet dont la section normale est MBCA, la somme de ces projections sera nulle. Les composantes totales suivant MS des forces exercées sur les surfaces MB et AC valent respectivement, sauf erreur négligeable, $-F\varepsilon_1$ et $F\varepsilon_1$ augmenté de sa différentielle par rapport à $\rho$. Quant aux faces MA et BC, si on les divise en un même nombre d'éléments sensiblement égaux chacun à chacun, la force exercée sur chaque élément de BC équivaudra à une composante de direction justement inverse de la force qui est appliquée à la partie correspondante de MA, et sensiblement égale à cette force, plus une composante très-petite, à fort peu près parallèle à MS et égale par unité de surface à $-\theta F_1$ : la projection totale sur MS des forces appliquées à MA et à BC pourra être réduite par suite à $-\theta F_1\varepsilon$. On aura donc

$$\frac{d.F\varepsilon_1}{d\rho}\,d\rho-\theta F_1\varepsilon=0.$$

En substituant à $\theta$ sa valeur donnée ci-dessus, et puis à $\varepsilon$ et $\varepsilon_1$ leurs valeurs tirées de $d\rho=h\varepsilon$, $d\rho_1=h_1\varepsilon_1$, il vient la première des deux équations suivantes exprimant l'équilibre :

$$(2)\qquad \frac{dF}{d\rho}=(F-F_1)\frac{d.\log h_1}{d\rho},\quad \frac{dF_1}{d\rho_1}=(F_1-F)\frac{d.\log h}{d\rho_1}.$$

» Revenons aux formules (1). Elles permettent, par exemple, de trouver la plus grande des valeurs que prend le rapport de $\mathfrak{T}$ à $\mathfrak{N}$ lorsque $\alpha$ varie : si le corps est pulvérulent et sur le point de s'ébouler, c'est-à-dire dans l'état d'*équilibre-limite,* étudié par MM. Rankine, Levy, Considère, où cette plus grande valeur est égale au coefficient de frottement $\tang\varphi$, on trouve ainsi l'équation $R^2=(N_2+N_1)^2\sin^2\varphi$. Mais si le corps est un solide ductile, comme nous l'admettrons, il faudra, d'après le principe posé par MM. Tresca et de Saint-Venant, égaler simplement la valeur maximum R de $\mathfrak{T}$ à un coefficient de résistance K, constant pour chaque espèce de matière : on aura donc $R=2K$, ou $F-F_1=2K$. Cette équation rend intégrables les précédentes (2), et donne, en appelant $\chi$, $\chi_1$ deux fonctions arbitraires,

$$(3)\quad F=K\left(2\log\frac{h_1}{\chi_1(\rho_1)}+1\right),\quad F_1=-K\left(2\log\frac{h}{\chi(\rho)}+1\right),\quad \frac{h}{\chi(\rho)}\frac{h_1}{\chi_1(\rho_1)}=1,$$

la troisième de celles-ci résultant des deux premières et de $F-F_1=2K$. Or on peut, dans l'équation des surfaces isostatiques, remplacer $\rho$ et $\rho_1$ par de nouveaux paramètres $\rho'$ et $\rho'_1$, tels que $d\rho=\chi(\rho)d\rho'$, $d\rho_1=\chi_1(\rho_1)d\rho'_1$, et ayant par suite leurs paramètres différentiels du premier ordre $h'$, $h'_1$

respectivement égaux aux quotients de $h$, $h_1$ par $\chi(\rho)$, $\chi_1(\rho_1)$. En supposant adoptés ces nouveaux paramètres, et effaçant les accents pour plus de simplicité, les relations (3) deviennent

$$(4) \qquad F = K(1 - \log h^2), \quad F - F_1 = 2K, \quad hh_1 = 1.$$

» Ces formules fourniront trois des quantités $F$, $F_1$, $h$, $h_1$ aux points où l'on connaîtra la quatrième. Si l'une d'elles est donnée, dans le plan des $xy$, sur toute la longueur d'une ligne isostatique, également donnée et ayant, par exemple, pour équation $\rho = \text{const.}$, on pourra d'abord diviser cette ligne en éléments $\varepsilon_1$ partout égaux au quotient par $h_1$ d'une constante infiniment petite et arbitraire $d\rho_1$; puis, par les points de division, d'où devront partir les lignes orthogonales $\rho_1 = \text{const.}$, mener à ces éléments des normales $\varepsilon$ égales au quotient par $h$ d'une autre constante infiniment petite et arbitraire $d\rho$; les petites droites joignant successivement les extrémités de ces normales seront les éléments $\varepsilon_1$ de la ligne isostatique voisine; éléments dont l'inverse, multiplié par $d\rho_1$, donnera la valeur de $h_1$ en chaque point de cette ligne. On construira donc de proche en proche toutes les lignes isostatiques, et le problème sera graphiquement résolu.

» L'équation $hh_1 = 1$ peut s'écrire $\varepsilon\varepsilon_1 = d\rho d\rho_1$, ou bien $\varepsilon\varepsilon_1 = \text{const.}$, en donnant partout à $d\rho$ et à $d\rho_1$ les mêmes valeurs : *la condition nécessaire et suffisante pour que deux systèmes de cylindres orthogonaux puissent être isostatiques dans un corps ductile soumis à des déformations planes, est donc que ces cylindres, convenablement espacés, découpent un plan normal à leurs génératrices en rectangles élémentaires tous équivalents.*

» A cause de l'identité $h^2 h_1^2 = (pp_1 + qq_1)^2 + (qp_1 - pq_1)^2$, la même équation $hh_1 = 1$, combinée avec la condition d'orthogonalité $pp_1 + qq_1 = 0$, devient $qp_1 - pq_1 = \pm 1$; en tirant ensuite $p_1$ et $q_1$ de celle-ci et de $pp_1 + qq_1 = 0$, on voit que ces équations reviennent à prendre $p_1$ et $q_1$ respectivement égaux aux quotients par $\pm(p^2 + q^2)$ de $q$ et de $-p$. L'équation $f(x, y) = \rho$ d'un système de cylindres étant donnée, pour qu'on puisse lui trouver un autre système orthogonal $f_1(x, y) = \rho_1$ tel que $hh_1 = 1$, il suffit donc que ces deux quotients soient les deux dérivées en $x$ et $y$ d'une même fonction $\rho_1$, ou que l'on ait

$$(5) \qquad \frac{d}{dx}\left(\frac{p}{p^2 + q^2}\right) + \frac{d}{dy}\left(\frac{q}{p^2 + q^2}\right) = 0.$$

Cette équation devient $(p^2 - q^2)(r - t) + 4pqs = 0$, lorsqu'on appelle

$r$, $s$, $t$ les trois dérivées secondes de $z$ en $x$, en $x$ et $y$, en $y$ : elle représente tous les systèmes possibles de cylindres isostatiques dans un solide ductile déformé parallèlement à un plan. »

ASTRONOMIE. — *Sur la construction de cartes célestes très-détaillées.* Note de **MM. Prosper Henry** et **Paul Henry**, présentée par M. Delaunay.

« La méthode d'observation que nous employons pour obtenir la position des étoiles est la suivante :

» Au foyer d'un télescope de $0^{m},30$ d'ouverture, nous avons placé une plaque circulaire de verre parfaitement plan, coupé diamétralement par un trait noir. Perpendiculairement à ce trait, nous avons tracé, au moyen d'une machine à diviser, 41 divisions placées à égale distance. L'intervalle de deux traits consécutifs est de $0^{mill},483$, et correspond à 1 minute d'arc. Ces divisions sont destinées à mesurer les déclinaisons des étoiles. Afin de les évaluer plus promptement, à chaque intervalle de 5 divisions, on a doublé la longueur du trait; l'un d'eux est prolongé jusqu'à la circonférence. Pendant les observations, on l'amène à être parallèle au mouvement diurne, en y laissant courir latéralement une étoile.

» Ce procédé d'observation nécessite deux observateurs; il faut aussi disposer d'une salle divisée en deux parties par une cloison mince et opaque.

» Dans l'une d'elles, complétement privée de lumière, on place le télescope dans une position déterminée et invariable. Un observateur (A) se place près de l'instrument, et suit, dans le champ de l'oculaire, le mouvement des étoiles et leurs positions par rapport aux divisions du réticule décrit plus haut; un second observateur (B), placé dans l'autre partie de la salle, a devant lui une pendule sidérale dont il suit facilement la marche au moyen d'une disposition particulière (1).

» Le mouvement diurne amenant dans le champ de l'oculaire, et par conséquent entre les divisions du réticule, toutes les étoiles de la zone vers laquelle est dirigé l'instrument, au moment où l'une d'elles s'engage

(1) Cette pendule est d'une construction spéciale. Nous avons reconnu que, pour lire rapidement les secondes, il était préférable de faire tourner le cadran, au lieu de faire tourner l'aiguille; nous avons donc remplacé cette dernière par un cadran mobile, très-léger, dont chacun des points de la circonférence passe devant un index fixe. De cette façon, du premier coup d'œil, on trouve la seconde toujours au même point, sans être obligé de la chercher sur toute la surface du cadran.

entre les divisions de la plaque en verre, l'observateur (A) prononce en minutes et dixièmes de minute la déclinaison, qui est immédiatement transcrite par l'observateur (B) sur un cahier préparé à cet effet. Un moment après, l'étoile passe derrière le trait noir perpendiculaire à l'équateur. Cet instant est précisé par l'observateur (A), qui l'indique en nommant la grandeur de l'étoile; l'observateur (B) note alors : 1° l'heure de la pendule à une demi-seconde près; 2° la grandeur de l'étoile.

» Ainsi, l'observateur (A), constamment l'œil à l'oculaire, observe d'abord la déclinaison des étoiles, qui est immédiatement transcrite par l'observateur (B); il indique ensuite la grandeur de l'étoile qui sert de signal pour l'observation de l'ascension droite, qui est lue et transcrite par l'observateur (B).

» Nous arrivons de cette façon, en alternant les rôles des observateurs, à déterminer la position de 500 étoiles en moyenne par heure.

» Chaque zone est observée deux fois au moins.

» Les étoiles ainsi obtenues sont ramenées à leurs positions réelles au moyen d'étoiles de comparaison convenablement choisies et prises dans le Catalogue de Lalande. »

« **M. Delaunay**, en présentant la Note de MM. Henry, met sous les yeux de l'Académie une première carte céleste exécutée par les auteurs de cette Note, et suivant la méthode qui y est décrite. Cette carte, qui s'étend en ascension droite de $21^h 0^m$ à $21^h 20^m$, et en déclinaison de $-6°15'$ à $-11°30'$, contient 2445 étoiles depuis la 7e grandeur jusqu'à la 13e; elle est très-belle et exécutée avec beaucoup de soin. Des vérifications nombreuses auxquelles elle a été soumise ont montré que les positions des étoiles y sont données avec une approximation de quelques dixièmes de minute d'arc en déclinaison, et d'une seconde de temps en ascension droite. La méthode suivie a permis de mener le travail très-rapidement; le gros du travail a été effectué dans six soirées seulement; quelques autres soirées, où le ciel n'était pas complétement beau, ont suffi pour combler les lacunes.

» De plus, parmi les 2445 étoiles dont la position a été fixée dans ce temps très-court, il y en a environ 1400 qui ont été observées deux fois. Le télescope dont se servent MM. Henry a été construit par eux-mêmes. »

BOTANIQUE. — *Réponse à un passage du Mémoire de* M. Trécul, *inséré au* Compte rendu *de la dernière séance*. Note de **M. J. de Seynes**, présentée par M. Pasteur.

« Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de répondre, en peu de mots, aux observations que M. Trécul m'a adressées dans la dernière séance. Je suis tout disposé à recommencer les expériences de cet éminent observateur, les miennes et d'autres encore, mais M. Trécul me permettra de lui dire que, si je ne suis pas arrivé aux mêmes conclusions que lui, cela ne tient pas seulement à ce que je me suis placé dans des conditions différentes. Le 26 décembre dernier, M. Trécul annonçait que « des flacons » sucrés, ensemencés avec des spores globuleuses vertes du *Penicillium crustaceum,* transformèrent en huit ou douze jours ces spores en belles cellules » de levûre... » Or je place le *P. crustaceum*, portant des spores, dans des vases contenant des liquides sucrés, recouverts d'une cloche. Les fragments de baguettes de verre posés sur la pellicule du *Penicillium* n'en couvrent guère qu'un dixième et la laissent en contact avec le liquide sucré. Ces conditions me semblent très-analogues à celles que décrit M. Trécul, mais je n'ai pas été assez heureux pour arriver au même résultat que lui. Je n'ai pas mieux réussi en semant des spores du *Penicillium* dans un liquide sucré, contenu dans des tubes de verre bouchés avec du coton. Ici la différence consiste en ceci, c'est que les récipients de M. Trécul sont solidement bouchés et ficelés; je suis tout prêt à étudier les résultats que peut produire ce changement de fermeture. Il n'en ressort pas moins du passage cité ci-dessus, que M. Trécul admet la possibilité de se rendre compte de la transformation des *Penicillium* en levûre aussi bien que des levûres en *Penicillium*. Si j'ai une préférence pour ce mode d'expérimentation, c'est par suite des nombreuses causes de confusion que présente l'observation du passage de la levûre à d'autres organismes. Sans entrer dans l'analyse de tous les faits que je pourrais citer, je me bornerai à dire que beaucoup de conidies de Champignons divers reproduisent d'autres conidies de même forme, en bourgeonnant comme la levûre; leur dimension, leur contenu même et leur structure peuvent présenter une grande analogie avec les cellules de la levûre, mais aucune expérience ne m'a démontré jusqu'ici, d'une manière satisfaisante, que ces conidies, mêlées à la levûre, ne conservaient pas leur identité générique. Il m'avait donc paru naturel, pour arriver à la vérité, de me placer dans les conditions les moins compliquées.

» M. Trécul me fait un reproche en un sens plus grave; et la phrase qu'il

me fait l'honneur de citer, en la soulignant, pourrait donner lieu à des interprétations tellement erronées, que je me vois obligé d'insister sur ce point. Ce n'est pas gratuitement que je suis arrivé à une conclusion qui contredit ma première expérience; j'ai pris soin de dire dans ma Note « qu'*en suivant ce fait de plus près, en le comparant à d'*AUTRES OBSERVATIONS » *recueillies précédemment et avec* TOUTES CELLES *que j'ai pu faire depuis, je* » *me suis assuré qu'il fallait prendre la succession de ces diverses phases dans* » *l'ordre inverse, c'est-à-dire qu'il s'agissait de Mycodermes ou de conidies de* » *Mucor progressivement envahis par des Bactéries....* »

» Il s'agit donc ici d'une simple vérification expérimentale. Je ne pensais pas qu'aucun observateur pût être étonné de l'*analogie d'aspect* que présentent des Bactéries avec des granulations plamastiques. M. Davaine, M. Hoffmann et tous les auteurs qui se sont occupés de Bactéries admettent qu'on en rencontre plusieurs espèces sous forme de granulations qui, pour les uns, seraient les germes des Bactéries, et qui, pour d'autres, seraient le résultat d'une sisciparité ou d'une désagrégation artificielle résultant des mouvements imprimés au couvre-objet.

» M. Trécul peut bien contester l'exactitude de mes observations de contrôle; mais je ne comprendrais pas l'accusation de parti pris, parce que je ne me suis pas arrêté à une première et rapide observation. Si je n'ai pas fait intervenir dans mes travaux la question des générations spontanées, c'est qu'il me paraît plus conforme à la vraie méthode expérimentale de bien connaître des organismes dont plusieurs se perdent aux limites de la vision, et dont la connaissance dépend encore des progrès de nos instruments d'optique, avant de raisonner sur leur origine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de séparation analytique des deux toluidines isomères.* Note de **M. A. Rosenstiehl.**

« En publiant mes recherches sur l'action réciproque du toluène et de l'acide nitrique, j'ai annoncé que je décrirais plus tard une méthode volumétrique sensible et exacte, qui permet de doser la toluidine mélangée à la pseudotoluidine (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 605). Je viens aujourd'hui remplir cet engagement.

» La séparation analytique des deux toluidines isomères est rendue possible par les propriétés de leurs oxalates.

» La toluidine cristallisée ne forme avec l'acide oxalique qu'un seul sel représenté par $C^2O^4H^2.C^7H^9Az\alpha.H^2O$; c'est donc un sel acide; il est so-

luble, à 15 degrés C., dans 125 parties d'eau et dans 6660 parties d'éther privé d'alcool.

» La pseudotoluidine forme deux oxalates, l'un, $C^2O^4H^2.C^7H^9Az\beta.H^2O$, qui est acide et qui se dissout à 18 degrés C. dans 200 parties d'éther; l'autre, neutre et anhydre, $C^2O^4H^2.(C^7H^9Az\beta)^2$, soluble à 18 degrés C. dans 267 parties du même dissolvant. La différence des solubilités de ces divers sels est donc notable, et permettrait, à elle seule, d'effectuer le dosage de la toluidine par pesée; une propriété remarquable du bioxalate de ce dernier alcaloïde permet d'opérer l'analyse par la méthode volumétrique.

» Quand on ajoute l'acide oxalique au mélange des deux alcaloïdes, la toluidine se sature la première, et forme un sel acide, quel que soit l'excès d'alcaloïde; la pseudotoluidine reste libre jusqu'au moment où son isomère est totalement saturé.

» Le même oxalate se forme, quand on ajoute la toluidine à la solution de l'oxalate neutre de pseudotoluidine; dans ce cas, cette dernière est mise en liberté. Cette réaction est une conséquence de ce qui vient d'être dit, et, si j'y insiste quelque peu, c'est parce qu'elle offre l'exemple certainement rare d'une double décomposition où le mélange d'un sel neutre et d'un alcaloïde donne naissance à un *sel acide;* dans cette réaction, une molécule de toluidine en déplace deux de pseudotoluidine. Les phénomènes que je viens de décrire s'accomplissent en présence de l'eau ou de l'éther, mais ce n'est que dans ce dernier milieu qu'elles acquièrent la netteté qui permet d'y fonder une méthode analytique.

» Je prépare : 1° de l'éther exempt d'alcool (il ne faut pas qu'il soit anhydre); 2° une solution contenant 5 grammes de toluidine pure (se solidifiant à +45°C.); 3° une solution d'acide oxalique, équivalente, volume à volume, à la précédente; puis je procède à un essai préliminaire, pour constater que l'éther employé est d'une pureté suffisante. Je mêle à cet effet 12 centimètres cubes de l'éther à essayer à $0^{cc},2$ de chacune des deux liqueurs titrées; il se forme, par ce mélange, $0^{gr},0022$ d'oxalate acide de toluidine, lequel exige pour sa dissolution 16 grammes d'éther. Si celui-ci est d'une pureté suffisante, il ne saurait dissoudre la quantité totale de bioxalate; une portion de ce dernier apparaîtra sous forme de petits cristaux, qui se fixent sur les parois du verre.

» Pour effectuer un dosage, je dissous $0^{gr},2$ de l'alcaloïde à essayer dans 80 grammes d'éther, et j'y verse la solution oxalique, à l'aide d'une burette graduée. L'oxalate acide de toluidine se précipite aussitôt. L'aspect

du précipité sert de guide dans la marche de l'opération; au début, il est très-divisé et amorphe, et ressemble au sulfate de baryte; mais l'agitation le réunit en flocons, et il se dépose alors rapidement. S'il y a en dissolution moins de $0^{gr},03$ de toluidine, le précipité est chatoyant; s'il n'y en a plus que $0^{gr},01$ à $0^{gr},005$, il est franchement cristallin.

» Dans ce moment, il est avantageux de filtrer le liquide, car l'oxalate qui se dépose en dernier lieu s'attache de préférence aux parois de verre et gêne la vue. On s'assure que la précipitation est complète, en ajoutant à une petite portion du liquide filtré une goutte de solution oxalique; la présence de la toluidine est accusée par de petits cristaux qui s'attachent au verre, au niveau du liquide.

» L'opération est terminée, quand ce phénomène ne se produit plus. Il est indispensable alors de s'assurer : 1° que l'on n'a pas employé un excès d'acide oxalique, ce qui se fait avec facilité à l'aide de la solution titrée de toluidine; 2° que le dernier précipité formé est bien un sel de toluidine; dans ce but, on le lave par décantation avec un peu d'éther, opération qui se fait rapidement, puisqu'il adhère au verre; on le sèche, on le dissout dans quelques gouttes d'acide sulfurique bihydraté : une trace d'acide nitrique, introduite dans cette solution, y développe des veines de ce bleu magnifique, mais fugace, qui caractérise la toluidine. Dans quelques cas, quand il s'est agi d'essayer une pseudo-toluidine pouvant contenir, au plus, 5 pour 100 de toluidine, j'ai modifié la méthode en ce sens que, au lieu d'ajouter l'acide, peu à peu, j'y verse d'un coup la quantité nécessaire pour transformer tout l'alcaloïde en oxalate acide. Au bout de quelques heures, la toluidine, s'il y en a, se sépare sous forme de cristaux qui adhèrent fortement au verre. On lave par décantation, et après avoir séché dans un courant d'air, on détermine l'augmentation du poids du vase.

» Les décantations, les filtrations se font avec une grande rapidité, à cause de la mobilité parfaite du dissolvant; pour ce motif, les pertes d'éther par évaporation sont minimes, pour peu que l'on prenne quelques précautions.

» Voici quelques analyses de mélanges en proportions connues, faites pour vérifier la méthode :

| Composition du mélange | | Volume de la solution oxalique | Toluidine trouvée |
|---|---|---|---|
| pseudotoluidine. | toluidine. | | |
| gr | gr | cc | |
| 0,2 | 0,0154 | 3,1 | 0,0155 |
| 0,102 | 0,029 | 5,9 | 0,0295 |
| 0,2 | 0,075 | 15,1 | 0,0755 |
| 0,143 | 0,126 | 25,3 | 0,1265 |

» D'après ces résultats, la méthode ne le cède pas en précision à la plupart des méthodes volumétriques. Je m'en suis servi dans mes recherches sur le nitrotoluène; c'est elle qui m'a permis de signaler le premier exemple de formation simultanée d'isomères *en proportions définies*. (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 260.)

» C'est encore à l'aide de cette méthode que M. Nikiforoff et moi nous avons pu constater la formation de toluidine à l'aide du bromotoluène liquide, et prouver par là que ce dernier est un mélange de deux isomères. (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 469.)

» En terminant, j'ajouterai qu'en présence d'aniline, les résultats de l'analyse sont troublés; le précipité, formé par l'acide oxalique, est un mélange d'oxalates d'aniline et de toluidine, ce qu'on reconnaît aisément à l'aide des réactions colorées que j'ai fait connaître. (*Comptes rendus*, t. LXVII, séance du 10 août 1868.) »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris pour 1872; *par* **M. E. Renou.**

« L'Observatoire astronomique de Paris a publié récemment un *Annuaire météorologique;* ce livre contient des erreurs; nous ne relèverons ici que les principales.

» Notre critique portera presque uniquement sur des chiffres; néanmoins nous ne pouvons nous empêcher de signaler une phrase de la page 36, d'où il résulterait que les lacunes existant dans les observations de Paris, de 1787 à 1803, auraient été comblées au moyen des *Transactions philosophiques,* tandis que les observations faites à l'Observatoire de Paris sont publiées intégralement depuis le 1er germinal, an V (21 mars 1797).

» Nous suivrons dans cet *erratum*, très-abrégé, l'ordre des pages de l'*Annuaire*.

» Pages 36, 40 et 41. Températures les plus hautes observées à Paris.

» Elles commencent à 1776, sans doute parce qu'on n'a cru pouvoir compter que sur les thermomètres employés depuis cette époque. La température la plus élevée de toute la série est 38°,7, observée le 16 juillet 1782. Ce chiffre de Messier, relevé sur un thermomètre qui marquait 10 degrés exactement dans les caves de l'Observatoire, ne fait que 36°,4, trop élevé encore, comme tous ceux de cette époque, à cause des réflexions solaires, ainsi que Messier s'en était lui-même aperçu. Cotte n'a eu à Mont-

morency que 26 degrés R., ou 32°,2 C. (corrigé) (1), c'est-à-dire une température au-dessous des maxima ordinaires de l'été.

» Page 40. 1793, maximum 29°,2 les 8 juillet et 16 août. Messier, qui a fait sur ce célèbre été un Mémoire inséré au tome IV des *Mémoires de l'Institut*, a donné pour maximum un chiffre équivalent à 38°,4 C.; un deuxième maximum, très-élevé, tombe le 16 juillet et non le 16 août. Cotte a eu à Montmorency, ces deux jours-là, 27 degrés et 27°,3 R., qu'il faut réduire à 33°,5 et 33°,8 C.

» Le tableau ci-dessous n'a pas besoin d'explication.

| | Nombres de l'*Annuaire*. | Nombres du *Journal de Physique*. |
|---|---|---|
| 1797........ | 33°,2 (15 juillet). | 34°,5 (9 juillet). |
| 1800........ | 34,3 (17 août). | 35,5 (18 août). |
| 1801........ | 28,1 (12 août). | 28,2 (6 juillet). |
| 1804........ | 32,3 (2 juin). | 33,8 (5 juin). |
| 1805........ | 26,2 (12 août). | 31,6 (4 juillet). |
| 1806........ | 33,6 (17 juillet). | 33,6 (11 juillet). |
| 1807........ | 34,0 (11 juillet). | 34,1 (11 juillet). |
| 1811........ | 30,6 (8 juin) (2). | 31,0 (19 juillet). |
| 1812........ | 32,7 (14 juin). | 32,5 (14 juin et 27 juillet). |
| 1815........ | 28,9 (1er juillet). | 30,0 (5 août). |

» Page 41. De 1841 à 1853 les chiffres thermométriques ont été publiés sans correction; on a trouvé en 1854 que le thermomètre employé dans cet intervalle marquait trop haut de 0°,4 à zéro et 0°,5 à 24 degrés; ainsi probablement 0°,5 à 0°,6 vers 35 degrés. Voilà comment l'année 1842 paraît offrir une moyenne exceptionnelle pour l'été et un maximum absolu de 37°,2 qu'il faut réduire à 36°,6 environ.

» 1858, maximum 33°5, lisez 35°,3.

» 1859, maximum 37°2; c'est certainement une erreur : le chiffre publié par le *Bulletin international* et par les *Annales de l'Observatoire* est 34°,5. On n'a jamais observé, à Paris, 37°,2 avec un thermomètre exact, placé dans une situation acceptable.

» 1867, maximum 30°,0 le 12 juin. On a eu 33°,0 le 14 août.

» 1868, maximum 31°,8 le 29 mai. On a eu 34°,0 le 22 juillet.

---

(1) Je publierai un travail dans lequel je suis parvenu à déterminer exactement la valeur de l'échelle de tous les thermomètres employés à Paris.

(2) L'*Annuaire* porte 3°,06 par suite d'une erreur typographique.

» 1871, maximum, 33°,9; c'est probablement le chiffre exact; il se trouve dans le tableau inséré aux *Comptes rendus* du 7 août suivant, qui donne pour les minima et maxima diurnes des nombres différents de ceux qu'on trouve dans le *Bulletin international*. Dans ce dernier, le maximum de juillet était 36°,1; nous ignorons la cause de ce changement.

» P. 42 et 43. Les minima annuels sont donnés par années civiles, tandis qu'on devrait les choisir dans la saison comprise entre deux étés, sans s'occuper d'aucune division de l'année. En suivant l'année civile, on peut prendre pour la même année les minima dans deux hivers différents ou rapporter à la même année deux minima d'un même hiver.

» Ainsi nous trouvons dans l'*Annuaire* : 1819, minimum, — 14°,2 le 20 décembre; 1820, minimum, — 14°,2 le 11 janvier. Ainsi deux minima pour un même hiver, tandis que le minimum de l'hiver de 1819 n'est pas indiqué. Les hivers les plus doux passent ainsi inaperçus.

» 1795, minimum, — 16°,5 le 25 janvier. Un erratum, qui ne corrige que cette seule erreur, indique — 23°,5 le 23 janvier. Lalande, qui a donné ces chiffres dans le *Magasin encyclopédique* (t. I, 1795), dit que Nouet, élève astronome à l'Observatoire de la République, a eu — 18° $\frac{3}{4}$ R. sans autre indication. Je crois ce nombre erroné : on a toujours indiqué l'hiver de 1789 comme le plus rigoureux de cette époque. Cotte n'a eu, à Montmorency, que — 20°,0 C; Chandon, à Montdidier, qui avait trouvé — 21°,3 le 31 décembre 1788, n'a eu que — 19°,4 le 23 janvier 1795, à la même place et avec le même thermomètre.

» 1816, minimum 17°,7, *lisez* 10°,7 le 11 février. Cette erreur n'est pas une simple faute typographique, puisqu'on cite ce chiffre, à la page 37, comme le minimum le plus bas de 1801 à 1825. Il se trouve répété dans un article sur le grand froid de décembre dernier envoyé à plusieurs journaux.

» P. 43. 1859, minimum, — 6°,4 le 11 janvier. Oubli aussi difficile à comprendre que l'erreur précédente. Puisqu'on donne les minima par années civiles, il fallait mettre — 16,2 le 20 décembre 1859. Ce chiffre, qui a attiré l'attention de tous les météorologistes, a été cité bien des fois. J'ai eu ce même jour, à Choisy-le-Roi, — 21°,7.

» 1869, minimum, — 4°,3 le 23 janvier, *lisez* — 9°,0 le 25.

» P. 46 et suivantes. Nombres mensuels de jours de gelée à Paris. Nous commencerons par signaler comme absolument erroné ce qui est dit à la page 38, à savoir, que le nombre de jours de gelée varie dans la campagne suivant une foule de circonstances, et qu'à l'Observatoire on obtient des

nombres plus comparables. Dans les grands froids, le nombre de jours de gelée est presque le même à l'Observatoire que dans la campagne, tandis que les gelées de printemps y passent inaperçues. Qui n'a remarqué avec quel ensemble les vignes gèlent le même jour et à la même heure, dans certains mois de mai, d'un bout à l'autre de la France? Il est difficile de comprendre pourquoi on a indiqué un jour de gelée en mai 1816 et trois en 1821, tandis que jamais on n'a lu une température au-dessous de zéro à l'Observatoire de Paris pendant le mois de mai.

» P. 59. Ces tableaux des températures moyennes mensuelles ont déjà paru dans le *Bulletin international*, n^os des 23 et 24 juin 1870. Nous ne relèverons que quelques-unes des températures, et pour le mois d'avril seulement. La page 61 est presque entièrement fausse. Voici le tableau des rectifications :

| | Nombres de l'*Annuaire*. | Nombres rectifiés. | | Nombres de l'*Annuaire*. | Nombres rectifiés. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | ° | ° |
| 1827....... | 13,5 | 11,4 | 1837....... | 7,0 | 5,7 |
| 1828....... | 12,5 | 10,8 | 1838....... | 16,7 | 6,7 |
| 1829....... | 11,3 | 9,8 | 1839....... | 9,7 | 7,7 |
| 1830....... | 13,8 | 12,0 | 1840....... | 16,0 | 12,7 |
| 1831....... | 13,2 | 11,5 | 1841....... | 12,5 | 10,0 |
| 1832....... | 13,0 | 10,7 | 1842....... | 12,7 | 9,8 |
| 1833....... | 11,0 | 9,6 | 1843....... | 12,5 | 10,1 |
| 1834....... | 11,5 | 8,7 | 1844....... | 16,1 | 12,3 |
| 1835....... | 11,7 | 9,4 | 1845....... | 13,0 | 10,8 |
| 1836....... | 10,4 | 8,6 | | | |

» Les différences variables des nombres de l'*Annuaire* et des nombres rectifiés sont si grandes, qu'il est difficile de comprendre une pareille suite d'erreurs. Des moyennes d'avril égales à 16°,7; 16°,0; 16°,1 n'ont jamais été obtenues à Paris, et une moyenne se maintenant à 12 degrés environ pendant vingt-six ans aurait dû montrer l'impossibilité de ces nombres. La moyenne 10°,1, indiquée p. 56, est en désaccord complet avec eux.

» P. 64. Parmi les températures moyennes mensuelles du siècle dernier nous voyons 14°,2 pour l'année civile 1781. COTTE, *Mémoires*, t. II, p. 493, donne en effet 11°,4, qui, traduits comme des degrés Réaumur, feraient 14°,25. Or les nombres de Messier ne donnent que 10°,52 de son thermomètre ou 12°,35 centigrade. Cotte, qui avait à Montmorency des nombres moins exagérés que ceux de Messier, a trouvé 12°,15 (avec la correction — 0°,1). Nous obtenons maintenant des moyennes annuelles qui dépassent quelquefois ce chiffre; exemples : 1822, 1834.

P. 82. Les hauteurs de pluie recueillies à l'Observatoire de Paris ont des valeurs très-diverses; bien faites d'abord par Lahire, elles sont devenues défectueuses dans les dernières années de sa vie; il est mort en 1719. Les hauteurs d'eau de pluie ou de neige de 1840 à 1853 ont été notées avec très-peu de soin; on ne mesurait que la pluie mensuelle; aucune précaution n'était prise pour recueillir et mesurer la neige, et il en est encore de même dans un grand nombre de points d'observation, notamment en Allemagne. Il en résulte qu'on ne recueille pas en hiver la dixième partie de l'eau que reçoit le sol, et que, dans l'avenir, on serait peut-être tenté de croire que les hivers sont devenus plus humides que ceux de l'époque actuelle. Les observations pluviométriques de 1719 à 1754 n'ont aucune valeur; les erreurs sont très-inégalement réparties, et il est impossible d'appuyer sur ces nombres faux aucun raisonnement scientifique.

» Nous bornons là cet *erratum*, qui ne contient qu'une bien faible fraction des rectifications qu'il aurait fallu faire. Mais il était nécessaire de protester contre cet amas d'inexactitudes, qui, se propageant sous l'autorité de l'Observatoire de Paris, pourrait induire beaucoup de personnes en erreur, si les météorologistes français ne se hâtaient d'en prévenir le public scientifique. »

CHIMIE. — *Sur la préparation de l'ozone à l'état concentré*. Note de **M. A. Houzeau**, présentée par M. P. Thenard.

« Mes expériences sur l'électrisation obscure de l'oxygène ou de l'air (1) m'ayant fait connaître les conditions les plus favorables à la transformation de l'oxygène en ozone, j'ai construit plusieurs appareils réunissant ces conditions qui me permettent d'obtenir le plus d'ozone possible avec une intensité électrique donnée.

» Le plus élémentaire de ces appareils, que j'appellerai *ozoniseur*, consiste en un tube abducteur ordinaire étroit, comme ceux dont on se sert pour recueillir les gaz. Dans l'intérieur de ce tube, on place un fil de cuivre, de plomb, ou mieux de platine, long de $0^m,40$ à $0^m,60$, et dont une des extrémités débouche au dehors par un orifice latéral ménagé à la partie supérieure du tube abducteur; cet orifice est ensuite bouché avec de la cire ou au feu. A l'extérieur du même tube abducteur se trouve enroulé, sur le parcours du fil intérieur, un autre fil en même métal et à peu près de même longueur

(1) A. Houzeau, *Expériences sur l'électrisation de l'air ou de l'oxygène comme moyen de production de l'ozone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 150).

que le précédent. Ces deux fils, étant mis en communication avec les pôles d'une bobine de Rumkorff donnant 2 à 3 centimètres d'étincelle, déterminent immédiatement une forte ozonisation de l'oxygène ou de l'air qui traverse lentement le tube.

» Ce tube ozoniseur, dont la construction est fort simple, s'applique en outre à tous les appareils comme à toutes les sources d'oxygène. On dégage de l'oxygène, et l'on recueille de l'ozone concentré. Il fournit aisément de l'oxygène odorant chargé de 60 à 120 milligrammes d'ozone absolu par litre de gaz odorant, selon que l'on opère à + 15 degrés ou à — 30 degrés. Cette proportion peut être encore très-augmentée (1).

» Or, avant 1854, l'électrolyse de l'eau ne fournissait que 3 à 5 milligrammes d'ozone par litre de gaz odorant (M. Andrews n'obtenait que $4^{mg},1$ en 1856). En 1855, mon procédé chimique ($BaO^2 + SO^3$) doubla de suite cette quantité. On peut donc considérer comme possible la conversion complète de l'oxygène en ozone.

» Disposant de quantités d'ozone quinze ou vingt fois plus fortes qu'autrefois, j'ai pu entreprendre, déjà, la révision de quelques-unes de ses propriétés les plus importantes, la détermination de son équivalent, et préciser davantage le rôle qu'il joue dans la nature. Ce sont autant de sujets dont j'aurai l'honneur d'entretenir ultérieurement l'Académie. »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse des gaz du sang; comparaison des principaux procédés; nouveaux perfectionnements.* Note de **MM. A. Estor** et **C. Saint-Pierre**, présentée par M. Cl. Bernard. (Extrait.)

« I. Nos premières recherches sur les gaz du sang (voir *Comptes rendus*, 1864 et 1865) ont été faites exclusivement par le procédé de M. Cl. Bernard, c'est-à-dire en déplaçant les gaz du sang par l'oxyde de carbone. Afin d'éviter les transvasements, nous avons employé, dans des expériences ultérieures, un appareil consistant en une *cloche courbe à deux branches* (voir *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, janvier 1865). Cet appareil a été construit, sur nos indications, par M. Alvergniat : nous l'avons fait connaître dans une précédente Communication, il a été présenté à l'Académie, et plusieurs savants en ont adopté l'usage. Il nous semble donc inutile de revenir aujourd'hui sur ce premier perfectionnement.

---

(1) J'ai disposé d'un appareil qui m'a produit jusqu'à 188 milligrammes d'ozone par litre de gaz odorant. Les recherches continuent.

» Mais la méthode de M. Cl. Bernard n'est-elle pas inférieure, quant à sa valeur, à celle de l'extraction du gaz du sang par le vide, sans oxyde de carbone? Grâce aux libéralités de l'Académie, nous avons fait construire des appareils qui ont permis de démontrer la concordance des résultats obtenus par ces deux méthodes.

» II. Nous avons adapté la pompe à mercure à une cloche tubulée, dans laquelle nous introduisons à la fois l'oxyde de carbone et le sang. Les avantages de cet appareil sont les suivants : manœuvre très-facile; possibilité de mesurer la quantité de sang employé, avant son introduction dans la cloche; facilité de faire varier à volonté la température, et surtout obstacle absolu à toute entrée de l'air. Dans les expériences faites à l'aide de cet instrument, comparativement avec la cloche courbe et le procédé de M. Cl. Bernard, nous avons obtenu des résultats concordants.

» III. Dans les cas où nous n'avons pas voulu employer l'oxyde de carbone, nous nous sommes servis d'un autre appareil que nous nommons *baromètre à large chambre,* et qui se compose d'un véritable baromètre dont la chambre élargie communique avec une pompe à mercure.

» IV. Dans le Mémoire que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, se trouvent des planches représentant les appareils et le détail des expériences variées qui autorisent les conclusions suivantes : avec un même sang, ou avec du sang pris dans le même point du torrent circulatoire du chien, on obtient des quantités égales d'oxygène en employant soit le vide seul (baromètre à large chambre), soit l'oxyde de carbone seul (procédé de M. Cl. Bernard, cloche courbe), soit le vide et l'oxyde de carbone combinés (pompe à mercure modifiée). »

BOTANIQUE. — *Plantes fossiles de l'époque jurassique.* Note de **M. de Saporta**, présentée par M. Ad. Brongniart.

« Un ouvrage, dont je présenterai sous peu à l'Académie les premières livraisons, a pour objet l'ensemble des végétaux fossiles du terrain jurrassique français. Il m'aurait été impossible de l'entreprendre sans le concours bienveillant d'un grand nombre de savants et surtout sans le patronage de de M. Ad. Brongniart; effectivement, les plantes que je décris ont été empruntées à plus de dix collections privées sans compter celles des grands établissements scientifiques et du Muséum de Paris, la plus importante de toutes. L'utilité de cette œuvre ressort de ce simple énoncé; le sujet n'offre pas moins d'intérêt par lui-même, et j'ai pensé que l'Académie voudrait

bien accueillir un résumé des principaux résultats auxquels ces études m'ont déjà conduit.

» La période jurassique constitue une sorte de moyen âge; elle sert, pour ainsi dire de trait d'union entre des époques qui sans elle contrasteraient d'une façon absolue; mais ce trait d'union correspond lui-même à une très-longue durée, pendant laquelle la configuration du sol et la physionomie des diverses séries d'êtres organisés ont changé à bien des reprises. Cependant, il semble que la végétation ait moins changé que tout le reste; non-seulement elle a conservé plus longtemps que la population des mers les espèces qu'elle comprenait à chaque moment de la période, mais ses caractères généraux et la disposition relative de ses éléments ont subi de bien moindres altérations par l'effet du temps qui s'écoulait. En un mot, elle est demeurée à peu près stationnaire, au lieu de progresser d'une manière sensible, d'un bout de la période à l'autre. C'est là, selon moi, le trait principal de la flore jurassique : que l'on se place dans le Keuper, le Rhétien, l'Oolithe ou le Wéaldien, on observe toujours la même physionomie générale, et les Fougères, les Equisétacées, les Cycadées, les Conifères que l'on rencontre se trouvent combinées dans des proportions sensiblement pareilles. Un second phénomène, qui n'est pas sans liaison avec le précédent, consiste dans la récurrence de formes similaires, mais non pas absolument identiques, qui viennent se montrer à plusieurs reprises, après des intervalles plus ou mois longs, comme des épreuves successives et assez peu diversifiées d'un même type. C'est ainsi que certaines espèces du Rhétien semblent reparaître assez peu modifiées dans l'Oolithe, tandis que plusieurs de celles qui caractérisent ce dernier étage reviennent dans le Wéaldien avec de faibles changements; on ne peut guère assigner à ces répétitions une autre cause que la reproduction des mêmes conditions physiques, entraînant la réalisation des mêmes combinaisons organiques.

» Considérée par une vue d'ensemble, la végétation jurassique paraît avoir été pauvre, monotone et composée presque partout d'essences coriaces, peu susceptibles de fournir des substances alimentaires à l'autre règne. La faible dimension de la plupart des plantes de cette époque ressort de l'examen de leurs divers organes; les plus grandes Cycadées jurassiques n'égalaient par les nôtres; plusieurs avaient à peine quelques pouces de hauteur. Cependant, pour éviter l'exagération, il faut convenir que les frondes de certaines Fougères devaient mesurer une étendue considérable, et les Conifères, surtout les Cupressinées, présentent des types arborescents de première grandeur. Malgré tout, on ne rencontre rien dans les végétaux

de cet âge qui révèle la profusion; on reste frappé en premier lieu de l'extrême simplicité qui préside à la composition de l'ensemble: Équisétacées, Fougères, Cycadées, Conifères, quelques rares Monocotylédones, tels sont les seuls éléments constitutifs de la végétation terrestre; en ajoutant des Characées et des Algues, nous aurons énuméré tous les ordres de plantes qui peuplaient alors le sol ou les eaux de notre pays.

» Le rôle des Algues est en rapport avec l'importance des dépôts marins, à une époque où l'Europe centrale formait encore un archipel. Il est évident que la plupart d'entre elles ont dû périr sans laisser de vestiges; les empreintes venues jusqu'à nous n'en offrent que plus d'intérêt, et en faisant abstraction des formes douteuses ou même *contestables*, il en existe d'autres très-légitimes dont l'examen donne lieu à de curieuses remarques.

» Le spectacle sur le sol émergé varie selon les groupes que l'on examine. La fixité de structure des *Equisetum* est bien connue; ceux de l'époque jurassique se distinguent surtout par leur taille élevée, quelquefois gigantesque relativement, caractère que l'on ne saurait pourtant appliquer à toutes les espèces. Les Fougères présentent de leur côté une association singulière de types éteints et de types dont l'affinité avec ceux de nos jours ne saurait être méconnue. Les *Clathropteris, Thaumatopteris* et quelques autres genres à nervures réticulées, dont les fructifications ont été observées, diffèrent à peine des *Drynaria* actuels. Plusieurs Tœnioptéridées se rangent sans trop d'efforts parmi les Marattiées; mais, à côté de ces assimilations partielles, il existe bien des types que l'on est forcé de grouper artificiellement, tellement ils se trouvent dénués de points de contact sérieux avec les genres vivants. Dès lors, la méthode de classement, fondée par M. Ad. Brongniart, et basée uniquement sur le mode de nervation, reprend sa supériorité et doit être exclusivement employée, comme la seule qui ne conduise pas à des résultats erronnés.

» Les Fougères jurassiques de France comprennent un assez bon nombre d'espèces et même de genres entièrement nouveaux. Plusieurs des localités d'où proviennent les empreintes, entre autres celle de Hettange (Moselle), celle de Châtillon-sur-Seine, celle des Lourdines, aux environs de Poitiers, de Saint-Mihiel (Meuse), etc., représentent d'anciennes stations littorales où l'action seule des courants a contribué à entraîner les végétaux au fond d'une anse profonde, encombrée d'une vase calcaire très-pure ou d'un sable fin transformé en grès. Les plantes recueillies dans ces conditions diffèrent plus ou moins de celles que l'on rencontre ordinairement dans les schistes marneux et bitumeux, dont le dépôt a dû s'effectuer au

fond des lagunes tourbeuses ou dans les estuaires de l'époque. C'est à des formations de cette dernière sorte qu'il convient de rapporter la flore du Rhétien de Franconie et celle du Bathonien de Scarborough. Ces flores nous ont transmis les vestiges d'une végétation luxuriante, sans doute bien distincte de celle qui recouvrait le sol dans l'intérieur des terres. C'est, au contraire, celle-ci dont les empreintes recueillies en France traduisent le plus souvent l'aspect. Je donnerais volontiers le nom d'*agreste* à cette végétation qui s'étendait uniformément à la surface des régions jurassiques, tandis que l'autre, restreinte aux points arrosés, occupait seulement le fond des vallées, le voisinage des eaux et le périmètre des embouchures. Des Fougères moins abondantes et moins variées, de consistance coriace, de taille médiocre ou petite, monotones d'aspect et souvent distinctes génériquement malgré leur air de famille, associées à des Cycadées peu diversifiées et à des Conifères de grande taille, composent l'ensemble des végétaux *agrestes* dont les détails changent plus que le fond, lorsqu'on se transporte d'un étage à l'autre.

» Je veux être sobre au sujet des Cycadées jurassiques, sur lesquelles je me réserve de revenir. La découverte de quelques-uns de leurs organes fructificateurs, l'observation minutieuse de leurs troncs, de leurs tiges, de leur mode de végéter et du développement de leurs frondes amèneront sans doute une solution plus satisfaisante des questions encore si obscures que soulève leur détermination. Dès à présent, il est à croire que les Cycadées de l'Europe secondaire ne se rattachent directement à aucune de celles que l'on observe aujourd'hui dans l'Amérique centrale, dans l'Afrique australe, dans les îles de l'Inde et du Japon, dans la Nouvelle-Hollande. Chacune de ces régions possède, il faut le remarquer, des genres spéciaux de Cycadées; il n'y a donc rien de surprenant à ce que notre continent ait eu jadis les siennes, qui lui étaient aussi exclusivement propres.

» L'examen des Conifères nous entraînerait encore plus loin; d'ailleurs, leur étude n'est pas même terminée; il sera temps, plus tard, d'en exposer les résultats définitifs. On doit admettre comme probable que, dans le Lias, des types ambigus, depuis entièrement disparus, derniers prolongements des *Walchia* du Permien et des *Woltzia* du Keuper, et premières ébauches des groupes qui se dessineront bientôt après, occupent encore le sol; tandis que dans l'Oolithe les premières Araucariées et Séquoiées se montrent associées à de véritables Cupressinées plus ou moins voisines de nos *Thuiopsis*, *Retinospora* et *Widdringtonia*. C'étaient là, sans doute, les seuls grands arbres

de ces temps reculés, ceux à l'ombre desquels s'abritaient les autres plantes.

» Les conditions climatériques étaient très-éloignées de ce qu'elles sont devenues depuis; rien de ce qui ressemble aux zones disposées dans le sens des latitudes n'existait encore et une chaleur sensiblement égale s'étendait partout sur notre globe. Il ne semble pas résulter pourtant de l'examen des indices fournis par les plantes que la température de l'Europe ait été alors supérieure à celle dont jouissent les contrées voisines des tropiques. Une moyenne annuelle de 25 degrés C. suffit à l'explication de tous les phénomènes dont la végétation jurassique laisse entrevoir le tableau. »

« **M. Brongniart**, à la suite de cette Communication, fait remarquer que les résultats auxquels les recherches si étendues de M. le comte de Saporta l'ont conduit, et dont la publication aura une grande importance pour la paléontologie française, sont complétement d'accord avec ceux auquels il était arrivé lui-même, relativement à la succession des diverses formes de la végétation pendant les temps géologiques.

» Il avait distingué depuis très-longtemps trois grandes périodes de végétation, qu'il avait désignées sous le nom de règne des *acrogènes*, règne des *gymnospermes* et règne des *angiospermes*, d'après les formes végétales qui prédominaient pendant ces périodes. La flore de l'époque jurassique étudiée par M. de Saporta appartient à la seconde de ces périodes, et rentre complétement dans les caractères généraux qui lui avaient été attribués précédemment. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'analyse spectrale de la lumière zodiacale, et sur la couronne des éclipses.* Note de **M. E. Liais** (Extrait.),

« J'ai, dès 1858, communiqué à l'Académie les résultats d'observations faites dans les basses latitudes sur la lumière zodiacale, et j'ai indiqué que ce phénomène se fait voir jusqu'au point antisolaire. J'en ai étudié la lumière au point de vue de la polarisation, et j'ai montré que cette lumière n'est nullement polarisée, de sorte que le phénomène ne peut être attribué à la présence d'un gaz, mais bien à celle d'une multitude de corpuscules solides, circulant autour du Soleil, et donnant lieu à une réflexion irrégulière de la lumière solaire.

» Il me restait à étudier cette lumière au point de vue de l'analyse spectrale. Depuis quatre ans, j'ai fait plusieurs fois des observations dans ce

but, tant à Rio-de-Janeiro, que sur les hauts plateaux de l'intérieur du Brésil, à 1000 et 1200 mètres d'altitude, et j'ai constaté que le spectre de la lumière zodiacale est continu. Il est possible toutefois qu'il y ait de faibles lignes noires.

» Dans mon Rapport sur l'éclipse totale de Soleil du 7 septembre 1858, à Paranagua, j'ai prouvé, par deux voies différentes, que la couronne des éclipses n'est pas une illusion, mais bien une espèce d'atmosphère réelle, appartenant au Soleil. L'une des démonstrations repose sur ce que j'ai vu nettement la Lune se mouvoir devant l'un des rayons de la couronne qui atteignait son bord. La seconde démonstration est fondée sur la polarisation très-sensible de la couronne.

» Cette polarisation soupçonnée déjà antérieurement, mais que j'ai reconnu de la manière la plus précise en 1858, en même temps que, pour la première fois, j'ai déterminé le plan normal au limbe du Soleil, était, l'Académie peut s'en souvenir, une preuve regardée par Arago comme définitive, au sujet de la nature de cette couronne. J'ajouterai que la polarisation ainsi annoncée par moi à cette époque a été vérifiée par MM. Prazmowski et Secchi, pendant l'éclipse de 1860, et par M. de Prados, pendant celle de 1865.

» En présence de cette démonstration complète de la réalité de la couronne solaire, confirmée encore postérieurement par d'autres observations mentionnées dans l'*Espace céleste*, en 1865, notamment par la sensibilité de la base de l'auréole solaire, appelée aujourd'hui chromosphère, en dehors des conditions d'éclipse et sans le secours de l'analyse spectrale (1), j'ai dû, dans ce dernier ouvrage, expliquer comment il se fait que cette troisième atmosphère n'ait pas opposé de résistance appréciable au passage de la grande comète de 1843, et j'ai examiné les relations probables de la matière qui la compose avec la matière de la base de la lumière zodiacale. A ce sujet, j'appellerai de nouveau l'attention sur la remarque suivante extraite du même ouvrage, p. 197 :

« Quoique la lumière de la couronne solaire soit polarisée, tandis que la lumière zodiacale ne l'est pas, ce qui indique que la première est gazeuse et que la seconde est composée de particules solides, il est possible cependant que la couronne solaire ne soit autre que la base de la lumière zodiacale. En effet, lorsque les corpuscules de la lumière zodiacale arrivent très-près du Soleil, ils sont soumis à une chaleur tellement intense qu'ils peuvent être volatilisés, au moins partiellement, auquel cas ils doivent donner de la polarisation, sans même qu'il soit nécessaire pour cela que leur réunion forme un milieu gazeux continu. »

(1) *Espace céleste*, p. 176.

» Je ferai remarquer aujourd'hui que les particularités que M. Janssen signale comme des résultats de l'analyse spectrale de la couronne solaire s'expliquent naturellement dans cette manière de voir, aussi bien que la propriété du spectre continu que j'ai signalée dans la partie de la lumière zodiacale éloignée du soleil. »

M. MATTHEY adresse, de Vallorbes (canton de Vaud, Suisse), une Note relative aux essais de pisciculture faits à Vallorbes, de 1864 à 1870.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 janvier 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Les palafittes ou constructions lacustres du lac de Paladru (station des Grands-Roseaux), près Voiron (Isère); par* M. E. CHANTRE. Grenoble, 1871; in-4°, avec atlas in-folio.

*Suprématie intellectuelle de la France. Réponse aux allégations germaniques; par* M. Emm. LIAIS. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Le Moniteur scientifique, journal fondé par le* Dr QUESNEVILLE; 3e série, t. I, année 1871. Paris, 1871; grand in-8°.

*Résumé météorologique de l'année* 1869 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* M. E. PLANTAMOUR. Genève, 1870; in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*) (Deux exemplaires.)

*Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année* 1870, *présenté à M. le Préfet par* M. le Dr PILAT, Secrétaire général, n° XXIX. Lille, 1871; in-8°.

*Guerre de* 1870-1871. *Rapport sur le service militaire de santé dans la ville du Mans du* 19 *août* 1870 *au* 20 *avril* 1871, *adressé à M. le Ministre de la Guerre le* 11 *juin* 1871 *par* M. le Dr MORDRET. Le Mans, 1871; in-8°. (Deux exemplaires.)

*Études médicales sur Barèges par* M. le Dr ARMIEUX. Paris, 1871; in-8°.

(Cet ouvrage est adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Proceedings of the London Mathematical Society*; n[os] 35, 36, 40. Londres, 1871; in-8°.

*Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Herausgegeben von den Schriftführern der Gesellschaft* : A. AUWERS und A. WINNECKE; VI Jahrgang; Viertes Heft (October 1871). Leipzig, 1871; in-8°.

*Worte eines Psychologen, etc.; von* F.-V. REIBNITZ und RATHEN. Leipzig, 1872; 3 vol. in-8°.

*Hidroterapia esplicada; por* el doctor NICANOR ROJAS. Valparaiso, 1871; in-12, relié.

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 janvier 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation, formant, pour l'année* 1868, *la suite des tableaux insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises.* Paris, 1871; in-8°.

*La création du monde organisé d'après les naturalistes anglais et allemands de la nouvelle école; par* M. Ch. MARTINS. Paris, 1871; br. in-8°.

*Les populations végétales, leur origine, leur composition, leurs migrations sous l'influence des causes naturelles et par celle de l'homme; par* M. Ch. MARTINS. Paris, 1872; br. in-8°.

*Mémoire sur la pancréatine. Étude de chimie physiologique; par* M. Th. DEFRESNE. Paris, 1872; br. in-8°.

*Cinématique. De l'accélération transmise d'un corps solide à un autre par contact immédiat; par* M. Ch. GIRAULT. Caen, 1871; br. in-8°.

*Étude sur le chauffage et la ventilation des wagons de voyageurs; par* M. le Baron N. DE DERSCHAU. Paris, 1871; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

*Le monde primitif de la Suisse; par* M. le D[r] Oswald HEER, traduit de l'allemand par M. J. DEMOLE. Genève et Bâle, 1872; 1 vol. in-8°, avec figures et planches.

*De la complication diphthéroïde contagieuse des plaies, de sa nature et de son traitement; par* M. TRIBES. Paris, 1872; br. in-8°.

*Notice sur le captage des sources minérales d'Encausse; par* M. FURIET. Toulouse, 1872; br. in-8°.

*Rapport sur les essais de pisciculture faits à Vallorbes de* 1864 *à* 1870; *par* M. MATTEY, instituteur. Lausanne, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société vaudoise d'utilité publique.*)

*Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Rapport à M. Audibert, Directeur de l'exploitation, sur l'état sanitaire du personnel de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, pendant les années* 1864 et 1865; *par* M. DEVILLIERS, médecin en chef. Paris, 1866; in-folio.

*Rapport général à M. Audibert, Directeur de l'exploitation, sur l'état sanitaire du personnel de la Compagnie, pendant les années* 1866 *et* 1867; *par* M. DEVILLIERS, médecin en chef. Paris, 1869; in-folio.

*Rapport à M. Audibert, Directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, sur l'état sanitaire du personnel de la Compagnie pendant les années* 1868, 1869, 1870, *et sur l'organisation et le service des secours aux malades et blessés des armées dans les gares pendant la guerre de* 1870-1871; *par* M. DEVILLIERS, médecin en chef. Paris, 1871; in-folio.

(Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. le Baron Cloquet.)

*Monographie des vertébrés fossiles de la Lombardie; par* M. E. CORNALIA. Première partie : *Mammifères.* Milan, 1859; 1 vol. in-folio, avec planches. (Cet ouvrage fait partie de la *Paléontologie lombarde,* publiée par M. l'abbé A. Stoppani.)

*Della braula cœca dittero parassita delle api. Osservazioni del* prof. E. CORNALIA. Milano, 1870; br. in-8°.

*Sopra due casi di albinismo negli uccelli. Nota del* prof. E. CORNALIA. Milano, 1868; br. in-8°. (Extrait des *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles,* t. X.)

*Sulla Lophoura Edwardsii di Kolliker. Osservazioni zoologiche e anatomiche di* E. CORNALIA. Milano, 1865. (Extrait des *Actes de la Société italienne des Seiences naturelles,* t. IX.)

*L'ugi o il parassita del filugello al Giappone* (*ugimya sericariæ, Rondani*). *Osservazioni dell* Dott. E. CORNALIA. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société entomologique italienne,* t. II.)

*Fauna d'Italia.* Parte prima. *Catalogo descrittivo dei Mammiferi osservati fino ad ora in Italia compilato dal* prof. E. CORNALIA. Milano, sans date; grand in-8°.

*Descrizione di una nuova specie del genere* Felis, Felis Jacobita (Corn.), *del* prof. E. CORNALIA. Milano, 1865; in-4°. (Extrait du tome I des *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles.*)

*Sopra i caratteri microscopici offerti dalle cantaridi e da altri coleotteri facili a confondersi con esse studj di zoologia legale del* prof. E. CORNALIA. Milano, 1865; in-4°. (Extrait du tome I des *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles.*)

*Catalogo degli acalefi del golfo di Napoli, compilato da* Al. SPAGNOLINI. Parte seconda: *Discofori.* Milano, 1871; br. in-8°.

*Nuovi avanzi preistorici in Lombardia;* 2ª relazione di C. MARINONI. Milano, 1871; in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles,* t. IV.)

*De pertusariis Europæ mediæ commentatio;* auctore S. CAROVAGLIO. Mediolani, MDCCCLXXI; in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles,* t. III.)

*Th. Vallavrii de vtilitate ex latinis scriptoribvs petenda acroasis.* Avgvstæ Tavrinorvm an. MDCCCLXXII; br. in-12.

*Washington observations for* 1869. *Appendix I. Reports on observations of the total solar eclipse of december* 22, 1870. *Conducted under the direction of* Rear-Admiral R.-F. SANDS, U. S. N. Washington, 1871; in-4°, relié.

*Beitraege zur geologischen Karte der Schweiz;* neunte lieferung das *Sudwestliche Wallis; von* H. GERLACH. Berne, 1872; in-4°.

---

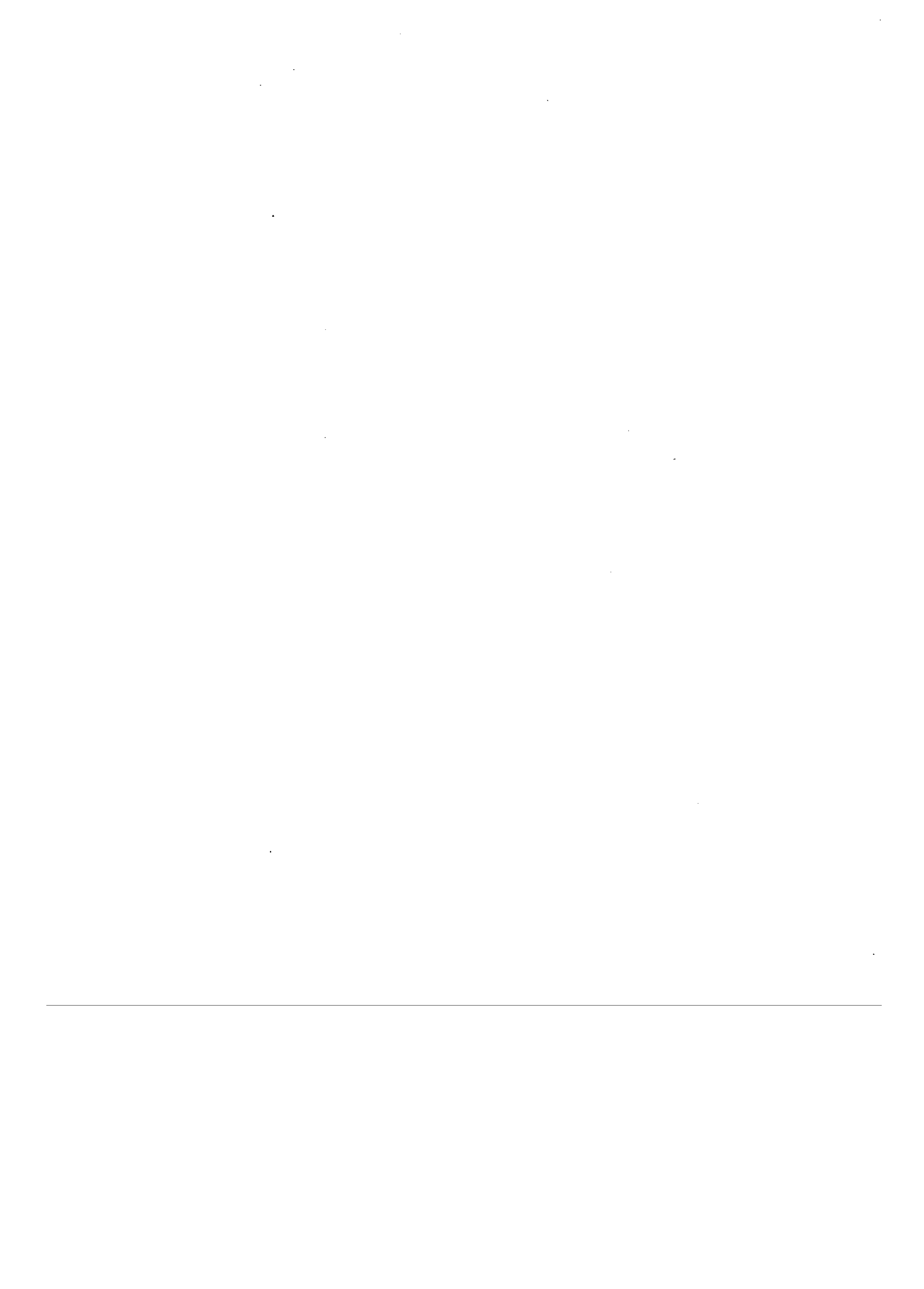
## *ERRATA.*

(Séance du 15 janvier 1872.)

Page 188, ligne 8, en remontant, *au lieu de :* une sorte d'aniline, *lisez :* une source d'aniline.

Page 189, dernière ligne, *au lieu de :* 5 pour 100 d'alcool méthylique et 1 pour 100 d'acide chlorhydrique, *lisez :* 5 parties d'alcool méthylique et 1 partie d'acide chlorhydrique.

Page 189, ligne 2, en remontant, *au lieu de :* 2 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque, *lisez :* 2 parties de chlorhydrate d'ammoniaque.



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE transmet une ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Hervé-Mangon*, pour remplir la place devenue vacante, dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de M. *Payen*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. HERVÉ-MANGON prend place parmi ses confrères.

M. LE MINISTRE DE LA GUERRE informe l'Académie que, conformément aux dispositions de l'article 37 du décret d'organisation de l'École Polytechnique, en date du 30 novembre 1863, M. *Serret*, membre de l'Académie des Sciences, est nommé membre du Conseil de perfectionnement de ladite École, pour l'année 1872, en remplacement de M. *Combes*, décédé.

MÉCANIQUE. — *Le pendule de Léon Foucault.* Mémoire de M. J.-A. SERRET.

« Le 3 février 1851, Léon Foucault faisait connaître à l'Académie sa mémorable expérience.

» Dans cette expérience, le pendule est réduit à sa plus grande simplicité, et le phénomène que l'on observe semble consister uniquement dans un mouvement progressif et uniforme du *plan d'oscillation*, mouvement dont la vitesse est égale à la vitesse angulaire de rotation de la terre multipliée par le sinus de la latitude du lieu de l'observateur. Les idées théoriques qui avaient été le point de départ des recherches de l'illustre physicien se trouvaient ainsi confirmées expérimentalement de la manière la plus éclatante.

» Toutefois, le phénomène dont il s'agit est loin d'offrir un tel degré de simplicité, et Foucault, lui-même, avait assurément le sentiment des difficultés qu'il présente. Car, si ces difficultés disparaissent à ses yeux, dans le cas d'un pendule établi au pôle et dont le point de suspension serait placé sur le prolongement de l'axe de rotation de la terre, il n'en est plus ainsi quand on descend vers nos latitudes, où l'appareil entier se trouve entraîné dans le mouvement diurne. « Le phénomène se complique alors, dit-il, d'un élément assez difficile à apprécier et sur lequel je souhaite bien vivement d'attirer l'attention des géomètres. »

» Cet appel fut entendu, et Binet présenta à l'Académie, dans les séances des 10 et 17 février 1851, un Mémoire analytique très-élégant dans lequel l'auteur conclut de ses formules le mouvement uniforme du *plan d'oscillation* du pendule, autour de la verticale, du nord vers l'est ou du sud vers l'ouest, conformément à la théorie de Foucault confirmée par l'expérience.

» Le Mémoire de Binet fut suivi de deux Communications faites à l'Académie, l'une par notre savant confrère M. Liouville, la seconde par Poinsot.

» Le *Compte rendu* de la séance du 10 février 1851 mentionne qu'*à l'occasion du Mémoire de Binet, M. Liouville expose de vive voix, avec détails, une méthode qui lui paraît rigoureuse aussi; cette méthode est fondée sur l'examen successif de ce qui arriverait : 1° à un pendule oscillant au pôle; 2° à un pendule oscillant à l'équateur, soit dans le plan même de l'équateur, soit dans le méridien, soit enfin dans un plan vertical quelconque. On passe de là au cas d'un pendule oscillant à telle latitude que l'on voudra, par la considération dont parle M. Binet, c'est-à-dire en décomposant la rotation de la terre autour de son axe en deux rotations autour de deux axes rectangulaires, dont l'un est la verticale du lieu de l'observateur.* « *L'idée est bien simple, dit M. Liouville; elle » a dû se présenter à tout le monde après la Communication de M. Foucault, » qui rendait tout facile; mais les développements que j'ai ajoutés constituent, je*

» *crois, une démonstration mathématique qui se suffit à elle-même et qui donne*
» *tout ce que peut donner le calcul.* »

» Dans sa Communication du 17 février 1851, Poinsot se refuse absolument à admettre l'intervention de l'analyse et même celle des principes de la dynamique pour l'explication de l'expérience de Foucault. « Je remarque,
» dit-il, que le phénomène dont il s'agit, dans cette expérience, ne dépend
» au fond ni de la gravité, ni d'aucune autre force. Le mouvement qu'on
» observe dans le plan d'oscillation d'un pendule simple, et par lequel ce
» plan paraît tourner autour de la verticale dans le même sens que les
» étoiles, et qui ferait ainsi un tour entier en vingt-quatre heures, si l'on
» était au pôle, et ne fait de ce tour qu'une fraction marquée par le sinus
» de la latitude du lieu où l'on fait l'expérience; ce mouvement, dis-je, est
» un phénomène purement géométrique, et dont l'explication doit être
» donnée par la simple géométrie, comme l'a fait M. Foucault, et non point
» par des principes de dynamique qui n'y entrent pour rien. »

» A quelque point de vue que l'on se place, il est difficile d'accepter une appréciation aussi absolue. Chacun le sait, en effet, *si l'on rapporte les mouvements qui se produisent à la surface de la terre à des axes liés invariablement à notre globe, l'équation générale de la dynamique est exactement la même que si les axes étaient fixes dans l'espace absolu, pourvu qu'aux forces qui agissent réellement sur les corps que l'on considère on adjoigne, indépendamment de la force centrifuge qui se combine avec l'attraction de la terre pour constituer la pesanteur, certaines autres forces fictives auxquelles on a donné, dans ces derniers temps, le nom de forces centrifuges composées.*

» Ainsi, dans le cas particulier du pendule, les choses se passent exactement de la même manière que si la terre n'avait aucun mouvement de rotation et que le pendule fût sollicité à la fois par la pesanteur et par la force centrifuge composée. C'est donc cette force centrifuge, dont les effets avaient été méconnus jusqu'à Foucault, qui fait que le mouvement du pendule diffère de ce qu'il serait si la terre ne tournait pas, et dès lors on ne saurait comprendre comment les principes de la dynamique n'auraient pas à intervenir dans la question.

» L'opinion de Poinsot ne fut pas tout d'abord combattue dans le sein de l'Académie; mais, dix ans plus tard environ, elle trouva un contradicteur des plus autorisés dans notre regretté confrère le général Poncelet, qui se livra à un nouvel examen de la question relative aux *oscillations tournantes du pendule*, et qui fit connaître à l'Académie le résultat de ses réflexions dans les séances des 24 septembre et 1$^{er}$ octobre 1860.

» Le Mémoire de Poncelet est surtout une œuvre de critique. On y rencontre ce sentiment profond des choses de la mécanique qui distinguait son illustre auteur; mais les aperçus qui y sont présentés en vue d'une solution générale du problème qu'il s'agit de résoudre ne me paraissent pas de nature à remplir cet objet.

» Il ne faudrait pas toutefois conclure de mes paroles que le travail de Poncelet soit, à mes yeux, dénué d'importance; je le regarde, au contraire, comme une pièce des plus essentielles dans l'histoire de la découverte de Léon Foucault. Poncelet a rectifié, dans le Mémoire dont je parle, plusieurs idées fausses qui étaient à peu près admises sans contestation, comme par exemple la notion du *prétendu plan d'oscillation*. Tout en faisant un éloge très-mérité du Mémoire de Binet, le grand géomètre a fait ressortir très-justement l'insuffisance de l'analyse développée dans ce Mémoire, où l'auteur suppose arbitrairement que la tension du fil de suspension peut être supposée égale à l'accélération de la pesanteur, ce qui revient à considérer sa longueur comme infinie relativement à l'amplitude des oscillations.

» D'autres savants distingués ont publié, après Binet, des essais dirigés vers le même but; mais leur analyse, plus ou moins analogue à celle de leur devancier, altère, comme celle-ci, les équations différentielles du problème; les résultats obtenus demeurent ainsi sujets à contestation, et ne sauraient constituer, en tout cas, qu'une solution défectueuse ou au moins incomplète.

» Je suis donc fondé à dire que la question du pendule de Foucault attendait encore une véritable solution, et j'ajoute qu'une telle solution ne saurait être obtenue qu'en prenant pour point de départ les *intégrales rigoureuses* des équations différentielles, qui se rapportent au mouvement du *pendule conique*, dans le cas où l'on fait abstraction de la rotation de la terre, et en discutant ensuite les altérations que ces intégrales doivent subir quand on veut passer du cas idéal, dont je viens de parler, au cas de la nature. En un mot, la *méthode de la variation des arbitraires*, judicieusement appliquée, me paraît être, dans l'état actuel de l'analyse, le seul moyen de remplir l'objet qu'on doit se proposer. La force centrifuge composée, qui naît de la rotation de la terre, est très-petite, et elle peut être regardée comme étant du genre de celles qu'on nomme *perturbatrices;* le mouvement du pendule, dans le cas de la nature, sera dès lors un *mouvement troublé*, le mouvement *non troublé* étant celui qui aurait lieu sans la rotation de la terre. J'ai à peine besoin de faire remarquer que

le cas des *oscillations planes*, dans le mouvement non troublé, n'est qu'un cas particulier des *oscillations coniques*, et qu'il répond à une valeur déterminée de l'une des arbitraires, laquelle ne cesse pas d'être variable dans le mouvement troublé.

» Une tentative dans la voie que je viens d'indiquer a été faite par un géomètre de Kœnigsberg, M. W. Dumas, qui a publié dans le tome L du *Journal de Crelle* deux Mémoires très-étendus, remarquables à plus d'un titre, sur le mouvement du pendule en ayant égard à la rotation de la terre; mais la complication excessive de l'analyse développée par l'auteur ne permet guère d'accepter comme définitive la solution qu'il a présentée.

» Tel était l'état de la question, lorsque j'ai été conduit récemment à m'en occuper à l'occasion de mes leçons au Collége de France. J'ai reconnu bientôt qu'en suivant la marche que j'ai tracée plus haut, il était possible d'obtenir une solution aussi simple et élégante que rigoureuse, et qui servira, je l'espère, à faire disparaître les incertitudes qui restent encore à ce sujet dans l'esprit de quelques personnes. C'est cette solution que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, et que j'ai cru devoir faire précéder d'un exposé succinct des recherches et des opinions des savants qui, avant moi, se sont occupés de la question.

» Je prends pour point de départ les expressions connues des composantes de la force centrifuge composée, suivant trois axes rectangulaires dont l'origine est au point de suspension du pendule, et qui sont dirigés l'un suivant la verticale, dans le sens de la pesanteur, le deuxième vers l'est et le troisième vers le nord; ce sont les expressions que Poisson a formées dans son Mémoire *sur le mouvement des projectiles*, et dont Binet a fait usage; elles résultent immédiatement des formules générales qui se rapportent aux mouvements relatifs, et elles peuvent être obtenues d'ailleurs de diverses manières. Les équations différentielles du mouvement que l'on obtient ainsi ont une rigueur absolue, en admettant toutefois, comme il est évidemment permis de le faire, l'invariabilité de la pesanteur dans la petite étendue qu'embrasse le phénomène dont il s'agit.

» L'intégration des équations différentielles, dans le cas du mouvement non troublé, n'offre aucune difficulté, et Lagrange a donné, dans le tome II de la *Mécanique analytique*, tout ce qui est nécessaire pour cet objet; mais l'intégration de ces équations peut se ramener, comme on le sait, à la recherche d'une intégrale *complète* d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre à trois variables indépendantes, et cette manière d'opérer offre ce grand avantage que, quand on passe du mouvement non troublé

au mouvement troublé, les équations différentielles qui déterminent les arbitraires devenues variables se présentent sous cette forme simple que les géomètres ont appelée *canonique*. Les *arbitraires canoniques* sont ici au nombre de quatre, mais l'une d'elles, *celle* C *des forces vives*, reste constante dans le mouvement troublé, ce qui est évident *à priori*; car la force perturbatrice étant perpendiculaire à la direction du mouvement, l'équation des forces vives s'applique au mouvement troublé tout comme au mouvement non troublé; il n'y a donc en réalité que trois variables, H, $c$, $h$, à déterminer en fonction du temps.

» Dans le cas du mouvement non troublé, il y a deux quantités

$$u = \mathrm{N}(t + c), \quad v = \mathrm{N}'(t + c) + h$$

($t$ désignant le temps), qui jouent le même rôle que les *longitudes moyennes* dans les théories planétaires; les deux *moyens mouvements* N, N′ sont des fonctions des deux arbitraires C, H. Comme il n'est question ici que du mouvement oscillatoire, la coordonnée $z$ est développable en une série très-convergente, procédant suivant les cosinus des multiples pairs de la longitude moyenne $u$; les deux autres coordonnées $x, y$ sont également développables en des séries convergentes; mais celles-ci procèdent, l'une suivant les sinus, l'autre suivant les cosinus, des multiples pairs de $u$, diminués ou augmentés de la *longitude moyenne* $v$. J'ajoute que, dans le cas des très-petites oscillations, les moyens mouvements N, N′ diffèrent très-peu; leurs valeurs exactes sont exprimables par des intégrales elliptiques qu'il est facile de calculer. Les premiers termes des séries dont je viens de parler suffisent pour le calcul, très-simple d'ailleurs, de la fonction perturbatrice ou plutôt de sa variation, puisque celle-ci est *virtuelle*.

» Mais il arrive ici, comme dans la théorie des planètes, que la différentiation relative à l'une ou à l'autre des arbitraires C, H introduit le temps en dehors des signes sinus et cosinus, dans les équations différentielles qui déterminent les arbitraires devenues variables. La présence de deux moyens mouvements, dépendant l'un et l'autre de deux arbitraires, n'est pas un obstacle au succès de la transformation usitée, en pareil cas, dans l'astronomie. On rencontre, en effet, dans le problème qui nous occupe, un théorème analogue à celui que j'ai démontré dans mon Mémoire sur l'*Application de la théorie de la variation des arbitraires aux mouvements de rotation des corps célestes*, et qui permet de remplir l'objet que l'on a en vue. Le théorème dont je parle s'exprime par une relation entre

les dérivées partielles des deux moyens mouvements, savoir :

$$\frac{\partial \frac{1}{N}}{\partial C} + \frac{\partial \frac{N'}{N}}{\partial H} = 0.$$

» En vertu de cette relation, le temps n'apparaît pas, en dehors des signes sinus et cosinus, quand, aux variables canoniques $c$, $h$, on substitue les longitudes moyennes $u$ et $v$. Pour faire la part de ce qui appartient au mouvement non troublé, et celle qui est proprement le fait de la force perturbatrice, il suffit de poser, comme dans la théorie des planètes,

$$u = \rho + \varepsilon, \quad v = \rho' + \varepsilon',$$

avec

$$\frac{d\rho}{dt} = N, \quad \frac{d\rho'}{dt} = N';$$

d'où

$$\rho = \int N dt, \quad \rho' = \int N' dt.$$

» Enfin, les arbitraires canoniques C, H, dont la première demeure cependant constante, ne sont pas les variables les plus commodes, et il convient de leur en substituer deux autres, $a$, $b$, qui sont les valeurs maxima et minima du sinus de la moitié de l'angle formé par la verticale avec la direction du fil qui soutient le pendule.

» On obtient de cette manière, et par un calcul des plus simples, les équations différentielles qui déterminent les six variables $a$, $b$, $\rho$, $\rho'$, $\varepsilon$, $\varepsilon'$ en fonction du temps. L'intégration de ces équations, exécutée en négligeant, bien entendu, le carré de la force perturbatrice, montre que les arbitraires $a$, $b$ et les moyens mouvements $\rho$, $\rho'$ n'ont que des inégalités périodiques de l'ordre de la fonction perturbatrice, c'est-à-dire extrêmement petites. Les *époques* $\varepsilon$, $\varepsilon'$ contiennent elles-mêmes dans leurs expressions des termes périodiques du même genre, avec un très-petit terme proportionnel au temps; mais l'époque $\varepsilon'$ renferme, en outre, le terme principal $nt \sin\lambda$, $n$ étant la vitesse angulaire de rotation de la Terre, et $\lambda$ la latitude du lieu de l'observation.

» Il est facile de conclure de là les altérations que la force perturbatrice produit dans les expressions des coordonnées calculées pour le cas du mouvement non troublé. Les variations *périodiques* des arbitraires n'introduisent dans l'expression des trois coordonnées rectangulaires, que des inégalités périodiques très-faibles, et dont il n'y a pas lieu de tenir compte; les termes de $\varepsilon$, $\varepsilon'$, qui sont proportionnels au temps, s'ajoutent aux moyens mouvements $Nt$, $N't$.

» Quant à l'azimut $\psi$ du plan vertical qui contient le pendule, azimut qui, dans le cas du mouvement non troublé, varie en réalité, à chaque oscillation, de $\frac{N'}{N} 2\pi$, quantité peu différente de 360 degrés, indépendamment des inégalités périodiques qui altèrent ce mouvement progressif, la variation de $\varepsilon'$ s'y reporte tout entière, et l'azimut $\psi$ acquiert ainsi le terme $nt \sin\lambda$, multiplié par un coefficient qui se réduit, à très-peu près, à l'unité lorsque les oscillations sont regardées comme sensiblement planes, dans le mouvement non troublé : ce qui est proprement le cas du pendule de Foucault. On voit que ce terme $nt \sin\lambda$ peut être considéré comme résumant en lui seul tout l'effet sensible de la perturbation.

» L'analyse précédente met ainsi en pleine lumière ce mouvement progressif du nord vers l'est que Foucault a découvert, et que la force perturbatrice imprime au plan vertical du pendule.

» Je me suis borné à esquisser ici les traits principaux de la solution du problème du pendule, et j'ai omis à dessein des détails intéressants dont le développement aurait dépassé les limites dans lesquelles je devais me renfermer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les fermentations* (1re Communication); *par* **M. E. Fremy** (1).

« Deux théories de la fermentation se trouvent actuellement en présence : d'une part, celle de M. Pasteur; de l'autre, celle que je soutiens, en m'appuyant sur les travaux d'un grand nombre de savants qui m'ont précédé (2), et sur des observations qui me sont propres.

» Plusieurs de nos confrères, qui suivent avec intérêt la discussion qui s'est engagée devant l'Académie, parce qu'ils ont reconnu qu'elle portait sur un des points les plus élevés de la science, ont pensé que, pour éviter tout malentendu, il serait utile, avant d'arriver aux questions expérimentales, de définir exactement les termes de *fermentations* et de *ferments*, et de

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) Que les savants qui, en France et à l'étranger, se sont occupés avant moi des fermentations et qui ont critiqué les travaux de M. Pasteur veuillent bien m'excuser si je ne rappelle pas ici leurs Mémoires : je le ferai plus tard. Mais en voyant avec quelle vivacité j'ai été attaqué dans la dernière séance, j'ai cru devoir entrer seul dans une pareille discussion, et laisser à chacun le soin d'y prendre ensuite la part qui lui conviendrait.

faire ressortir avec netteté les opinions qui me séparent de mon savant confrère.

» Je suis entièrement de cet avis : aussi cette première Communication aura-t-elle pour but principal de poser en quelque sorte les termes précis de la discussion.

» En entrant dans ce débat, M. Pasteur me permettra de lui dire que j'éloignerai avec le soin le plus scrupuleux toutes les questions personnelles et irritantes qui pourraient se présenter : je désire conserver à la discussion son caractère purement scientifique, et ne jamais compromettre ces sentiment de bonne confraternité auxquels, pour ma part, j'attache le plus grand prix.

» Il est une autre déclaration que je veux faire également devant l'Académie, et dont tout le monde comprendra l'importance et le but.

» Les questions que je vais aborder sont de telle nature, qu'il est facile de les faire sortir du domaine scientifique pour les faire entrer sur un terrain brûlant que la science, selon moi, ne doit jamais aborder.

» On l'a fait autrefois, on pourrait l'essayer encore aujourd'hui.

» Je déclare donc ici que je ne suivrai jamais ceux qui voudraient m'entraîner, à l'occasion des fermentations, dans une discussion qui n'aurait plus le caractère scientifique.

» Pour moi, les ferments sont des agents chimiques qui ne diffèrent de nos agents ordinaires que par leur origine; car c'est l'organisme seul qui les produit. Je ne vois donc dans les fermentations que des phénomènes purement chimiques; j'entends les soumettre aux méthodes d'investigation que nous employons d'habitude dans notre science, et je ne comprends pas qu'on leur donne une autre portée.

» Ceci dit, j'arrive aux définitions qui m'ont été demandées.

*Définition des phénomènes de fermentation.*

» Pour moi, la fermentation est un phénomène général qui s'étend à presque tous les corps organiques : il a pour but, soit de modifier les principes immédiats qui existent dans l'organisation, soit d'opérer leur combustion lente, sous l'influence de l'oxygène, afin de rendre à l'atmosphère et au sol les éléments qui peuvent donner naissance à des organismes nouveaux.

» L'étude de la fermentation, telle que je la comprends, doit donc faire connaître par quelles séries de modifications passent les solides et les li-

quides qui constituent les organismes avant de restituer à l'air leurs éléments sous l'état gazeux : est-il en chimie un sujet de recherches plus étendu et plus intéressant?

» Ces transformations si variées et si nombreuses produites par les fermentations ne s'opèrent pas spontanément; elles exigent l'intervention d'agents spéciaux, créés par l'organisme, et que l'on désigne sous le nom de *ferments*.

» Les ferments agissent sur les corps organiques, dans les conditions les plus différentes et suivant le but physiologique qu'ils doivent accomplir.

» Tantôt leur action s'exerce d'une façon intra-cellulaire, sans le concours de l'air, comme la diastase qui dissout l'amidon pendant la germination de l'orge, ou comme la pepsine qui coagule la caséine et désagrège la fibrine dans l'appareil digestif.

» Dans d'autres cas, les ferments ne se produisent qu'au contact de l'air, comme les ferments alcoolique, lactique, butyrique et acétique : ils opèrent tantôt des dédoublements, tantôt des oxydations.

» D'où viennent les ferments, et comment se produisent-ils?

» Il existe, dans l'organisme, des corps azotés très-complexes, que l'on compare, à tort, aux principes immédiats, qui contiennent tous les élements des organismes, qui peuvent s'organiser principalement par l'action des tissus vivants : ce sont les corps albumineux, caséiques, fibrineux, etc.; pour bien exprimer leur tendance à l'organisation, je les ai désignés autrefois sous le nom de corps *hemi-organisés*.

» Lorsque ces corps restent dans les conditions normales, c'est-à-dire à l'abri de l'air et dans l'intérieur des tissus, ils concourent naturellement au développement des organismes.

» Mais dès qu'ils reçoivent l'influence de l'air, leurs fonctions changent complétement : d'éléments de nutrition qu'ils étaient d'abord, ils deviennent des agents de décomposition; en un mot, ils se changent en ferments.

» M. Pasteur a déclaré souvent que *pour ses contradicteurs la fermentation est un phénomène corrélatif de la mort, tandis qu'il est pour lui corrélatif de la vie*.

» Ce reproche, comme je l'ai déjà dit, ne peut pas s'adresser aux opinions que j'ai constamment professées sur l'origine des ferments : j'ai toujours dit, au contraire, que les ferments tels que la levûre, le ferment lactique, la diastase, la pepsine, etc., étaient créés par des organismes vivants.

» Seulement, le point capital qui me sépare de M. Pasteur, c'est que, selon moi, les ferments sont formés directement par l'organisation qui mo-

difie les corps hémi-organisés, et qui produit les ferments comme elle forme du reste tous les autres organismes; tandis que, pour mon savant confrère, les ferments dérivent de germes, qui, par conséquent, ne peuvent être engendrés que par des ferments mêmes.

» Dans la suite de cette discussion je démontrerai à quelles conséquences inadmissibles conduit la théorie de M. Pasteur.

» Je considère donc les ferments comme de véritables agents chimiques créés par l'organisation pour modifier et détruire les substances organiques.

» Que l'on me permette de faire remarquer ici que la définition des ferments que je viens de donner diffère entièrement de celle qui est adoptée par M. Pasteur; elle repose, comme on le voit, sur les fonctions chimiques que remplissent les ferments, et elle est absolument indépendante de leur état physique ou de leur organisation.

» Toute définition des ferments qui repose sur leur forme ou leur origine soulève, selon moi, des difficultés insolubles.

» Comme tous les corps organiques se modifient et se détruisent à l'air par l'action des ferments, il est probable que le nombre de ces agents de décomposition est considérable, et qu'à chaque groupe de corps organiques appartiennent des ferments spéciaux.

» L'existence de ces nombreux ferments qui se trouvent dans toutes les parties de l'organisme, aussi bien dans les cellules qu'à leur extérieur, qui s'engendrent au moment de la décomposition organique lorsque les tissus doivent se détruire, me paraît être une des plus graves objections que l'on puisse adresser à M. Pasteur, qui fait dériver les ferments de leurs germes atmosphériques.

» Je ne sors donc pas de mon sujet en rappelant rapidement ici la part, bien modeste, que j'ai prise dans cet ensemble de recherches, qui a eu pour but d'établir que les fermentations sont beaucoup plus nombreuses qu'on le pensait autrefois, et qu'à chaque fermentation appartient un ferment spécial.

» En 1841, je publiais avec M. Boutron le Mémoire sur *la fermentation lactique* : à cette époque, l'acidification et la coagulation spontanées du lait n'avaient reçu encore aucune explication scientifique.

» Nous avons établi les premiers que cette curieuse modification du lait devait être attribuée à un phénomène de fermentation que nous avons désigné sous le nom de *fermentation lactique*.

» Nous avons démontré que, dans ce cas, le corps fermentescible était le

sucre de lait, et que son ferment dérivait du caséum; nous l'avons nommé alors *ferment lactique*. C'est ainsi que nous avons distingué nettement, et pour la première fois, le ferment alcoolique du ferment lactique.

» Dans ce travail, nous avons dit aussi qu'un même ferment n'est pas propre à déterminer des fermentations différentes, que chaque corps fermentescible demande pour se modifier un agent de décomposition spécial, et qu'une même substance albumineuse, telle que la caséine, peut, suivant les circonstances, donner tantôt le ferment alcoolique, tantôt le ferment lactique.

» Depuis 1841 je me suis efforcé, dans différents Mémoires, d'étendre les observations précédentes à d'autres modifications organiques.

» Ainsi, dans mes recherches sur les corps gélatineux des végétaux, j'ai démontré que lorsqu'un suc de fruit se prend en gelée, c'est que la *pectine* qu'il contient se modifie par l'action d'un ferment que j'ai désigné sous le nom de *pectase*, et qu'elle se transforme en un acide gélatineux qui est l'acide pectique.

» Plus tard, dans un travail que j'ai publié sur la maturation des fruits, avec mon savant ami et confrère M. Decaisne, nous avons admis que les principaux changements qui s'opèrent dans le péricarpe des fruits pendant la maturation, et ensuite pendant le blossissement, doivent être attribués à l'action de ferments spéciaux.

» Dans mes recherches sur l'huile de palme, j'ai établi que l'acide palmitique libre que l'on trouve dans l'huile naturelle, provient d'une modification qui s'est faite sous l'influence d'un ferment que l'huile de palme contient toujours.

» Enfin, dans un travail encore inédit, et qui fera suite à mes recherches sur les tissus ligneux, je démontre qu'il existe, à côté des corps cellulosiques, des substances azotées qui peuvent se transformer en ferments et rendre ainsi compte de la décomposition si rapide qu'éprouvent souvent les parties ligneuses contenues dans les engrais.

» M. Pasteur m'a reproché devant l'Académie, d'entrer dans un débat sur les fermentations sans m'être exercé aux observations microscopiques; je pensais cependant avoir tiré quelque profit des excellents conseils que mon ami M. Decaisne m'avait donnés, lorsque nous étudiions ensemble, à l'aide du microscope, les cellules du péricarpe des fruits et les tissus ligneux.

» Si j'accepte le reproche que mon savant confrère à cru devoir m'adresser, j'espère aussi que, de son côté, il reconnaîtra que des recher-

ches sur les ferments, commencées il y a trente années, me donnent peut-être quelques droits pour prendre aujourd'hui la parole dans une discussion relative aux fermentations.

*Théorie de M. Pasteur sur l'origine et le mode d'action des ferments.*

» Les opinions de M. Pasteur sur l'origine et le mode d'action des ferments sont bien connues.

» Notre savant confrère admet que *les fermentations proprement dites* sont produites par des germes de ferments que l'air charie sans cesse, et qu'il sème ensuite dans les liqueurs fermentescibles.

» D'après M. Pasteur, on trouve d'une manière nécessaire, dans *toute fermentation proprement dite*, des organismes spéciaux; et une matière fermentescible n'éprouve jamais de fermentation sans qu'il y ait un échange incessant entre le corps qui fermente et les cellules vivantes qui grandissent ou se multiplient en s'assimilant une partie de la matière fermentescible elle-même.

» Je n'ai pas besoin de dire à l'Académie que les citations précédentes sont extraites textuellement des publications de M. Pasteur.

» Elles établissent du reste avec une grande netteté les différences qui séparent les deux théories.

» M. Pasteur admet que les fermentations sont produites par des germes de ferments que l'air contient, qu'il charie sans cesse et qu'il sème dans les liqueurs fermentescibles : moi je soutiens que l'existence de ces germes de ferments atmosphériques est une pure hypothèse, qui n'est confirmée par aucune expérience rigoureuse, et que même rien ne prouve que la reproduction des ferments se fasse par des germes.

» M. Pasteur croit avoir démontré expérimentalement l'existence des germes de ferments dans l'air, parce que, ajoutant des observations à celles que l'on connaissait déjà, il a prouvé que l'air pouvait contenir des spores de moisissures : *je soutiens que les deux questions sont absolument indépendantes l'une de l'autre.*

» Lorsqu'on veut étendre ainsi à la production des ferments les observations que l'on a faites sur la génération des moisissures, on donne à des démonstrations expérimentales une extension qu'elles ne comportent pas; on sort complétement de la question qu'il s'agit de discuter.

» J'étudie, moi aussi, les moisissures, et je démontrerai que les phénomènes qu'elles produisent ne peuvent pas être confondus avec ceux qui sont dus aux ferments.

» Une moisissure exige un certain temps pour se développer; c'est alors seulement qu'elle agit sur les corps fermentescibles, tandis qu'un véritable ferment exerce souvent son influence *immédiatement* : c'est en quelques heures qu'un suc de fruit entre en fermentation et que du lait peut s'aigrir; la diastase agit instantanément sur l'amidon : l'amygdaline fermente en quelques minutes; les phénomènes véritables de fermentation se manifestent donc toujours avant l'apparition des moisissures.

» Cette confusion que l'on établit entre les ferments et les moisissures est utile, je le sais, à la cause que l'on veut défendre, mais elle ne peut tromper que les personnes qui sont étrangères aux questions qui se discutent en ce moment.

» M. Pasteur a donné une théorie physiologique de la fermentation dont je rappellerai le principe : il croit qu'un ferment n'agit sur un corps fermentescible que parce que ce ferment grandit et se multiplie en échangeant une partie de sa propre substance contre celle du corps fermentescible.

» Pour combattre cette théorie, il m'est facile d'abord de citer à M. Pasteur un grand nombre de fermentations, aussi bien caractérisées que la fermentation lactique, et qui sont produites par des ferments qui ne grandissent pas, qui ne se multiplient pas et qui n'échangent jamais une partie de leur propre substance contre celle du corps fermentescible; en un mot, par des ferments qui ne sont pas vivants.

» Telles sont les fermentations diastasique, pepsinique, pectique, amygdalique, synapisique, celles des corps gras, de tous les glucosides, des amides, des sels organiques et des tissus ligneux.

» En outre, comment ne pas rappeler ici les belles observations de M. Berthelot qui prouvent que la fermentation alcoolique peut se produire avec les substances azotées les plus diverses, et notamment *avec la gélatine*, composé artificiel, soluble dans l'eau et dénué par conséquent de toute structure organique proprement dite?

» Je sais bien que pour se soustraire aux graves objections qu'il pressentait, M. Pasteur a introduit dans ses écrits l'expression de *fermentation proprement dite*.

» Ainsi, dans sa dernière réponse à M. Liébig, il dit : « *Les fermentations proprement dites sont toutes corrélatives de la vie.* »

» Plus loin, il ajoute : « *Toutes les fermentations proprement dites deviennent impossibles au libre contact de l'air, à la condition que l'air ne puisse apporter de germes organisés.* »

» Je demanderai à notre confrère ce qu'il entend par cette expression si vague et si élastique de *fermentation proprement dite.* Voudrait-il établir une différence entre la fermentation lactique et la fermentation diastasique? Je lui démontrerai alors que les deux phénomènes sont identiques, car dans les deux cas les deux ferments, la diastase et le ferment lactique, produisent des modifications isomériques. Pour moi les phénomènes de la fermentation ne peuvent pas être partagés ainsi en deux classes différentes : un corps fermente ou ne fermente pas.

» Si M. Pasteur voulait soutenir qu'une fermentation proprement dite est celle qui est produite par un ferment organisé et vivant, je lui citerais des centaines de fermentations bien caractérisées et qui sont déterminées par des ferments solubles non organisés; je lui rappellerais surtout que tous les sucres éprouvent la fermentation alcoolique par l'action de la gélatine et celle de la caséine.

» Cette fois, notre savant confrère ne soutiendra pas, je l'espère, que la fermentation alcoolique n'est pas une fermentation proprement dite, et cependant on lui prouve que cette modification peut être produite par des ferments non organisés.

» Ce point de la discussion, qui repose sur une définition, est pour moi de la plus grande importance.

» M. Pasteur veut restreindre le phénomène de la fermentation avec son expression de *fermentation proprement dite*, qu'il n'applique qu'à trois ou quatre dédoublements : tandis que moi je soutiens, et je crois être en mesure de prouver, qu'il faut comprendre dans le grand phénomène de la fermentation tous les dédoublements qui ont pour effet de modifier et de détruire les corps organiques sous l'influence des agents créés par l'organisme.

» Je crois donc avoir établi, par les considérations précédentes, que la théorie physiologique de la fermentation, proposée par M. Pasteur, n'est plus admissible; j'ai démontré, en outre, que, même en acceptant les idées de notre confrère sur les germes atmosphériques des ferments, cette hypothèse ne s'appliquerait qu'à quelques fermentations exceptionnelles, tandis qu'il est prouvé aujourd'hui que de nombreuses fermentations ne sont produites ni par des grains de ferments ni par des corps organisés.

» C'est donc à tort, selon moi, que M. Pasteur s'est efforcé de confondre la question toute chimique des fermentations avec cette autre question si controversée des générations spontanées.

» Je viens dire à M. Pasteur : Êtes-vous bien certain d'abord que tous les ferments organisés soient vivants? mais, si cela est vrai, n'est-il pas beaucoup plus simple d'admettre, avec M. Berthelot, que ces êtres sécrètent les ferments, comme l'orge en germant produit la diastase et comme l'appareil digestif engendre la pepsine.

» Et alors, dans cette hypothèse, il n'existe plus deux sortes de fermentations et de ferments; lorsqu'un suc de fruit ou lorsque du lait fermentent, c'est qu'ils ont reçu de l'organisme un corps hémi-organisé, qui ne demande plus que le contact de l'air pour se changer en ferment véritable.

» Du reste, pour préciser mieux encore les points sur lesquels porteront mes démonstrations expérimentales, je résumerai ici en quelques mots les bases de la discussion :

» 1° M. Pasteur croit qu'on peut partager les fermentations en deux classes : je soutiens que toutes les fermentations appartiennent au même ordre de phénomènes;

» 2° M. Pasteur admet dans l'air l'existence de germes de ferments alcoolique, lactique, butyrique et acétique, car, s'il en admet un, il faut qu'il admette les trois autres; je soutiens que ces germes n'existent pas dans l'air et que rien ne prouve que les ferments dérivent de germes : les observations de Cagniard-Latour, qui établissent que la levûre se reproduit par bourgeonnement, sont en opposition avec les hypothèses de M. Pasteur;

» 3° M. Pasteur croit qu'un liquide, comme le lait, qui peut éprouver au moins quatre espèces de fermentation, ne peut fermenter que lorsqu'il a reçu de la part de l'air des germes de ferments alcoolique, lactique, butyrique et acétique; je démontrerai que le même lait produit les quatre espèces de fermentation, dans des conditions où il ne peut pas avoir reçu l'influence de prétendus germes atmosphériques;

» 4° M. Pasteur veut assimiler la génération des moisissures et leur action sur les corps fermentescibles à celles des ferments; j'établirai que cette comparaison est impossible, parce que les ferments se forment en quelques heures, bien avant les moisissures, et décomposent immédiatement les substances qui peuvent fermenter;

» 5° Enfin, M. Pasteur soutient que les fermentations sont des phénomènes physiologiques qui dépendent de l'organisation et du développement des ferments; moi, au contraire, j'admets, avec un grand nombre de chimistes, que les fermentations sont des phénomènes exclusivement chi-

miques, indépendants de la forme organique des ferments et de leur développement vital.

» Telle est la base du débat qui s'est engagé devant l'Académie : je me proposais, dès cette première Communication, de développer déjà quelques démonstrations expérimentales que j'oppose à M. Pasteur.

» Mais en lisant le dernier *Compte rendu de l'Académie*, j'ai reconnu qu'il m'était impossible de laisser sans réponse les objections qui m'ont été faites. Je les aborde donc immédiatement.

» On se rappelle l'exclamation de M. Pasteur, lorsque je lui demandais de produire une fermentation alcoolique, lactique ou butyrique avec une liqueur sucrée qui serait exposée à l'air, et dans laquelle j'introduirais les sels que M. Pasteur considère comme utiles au développement des organismes.

« M. Fremy sait-il bien ce qu'il me demande ? s'est écrié M. Pasteur : C'est à peu près de faire pousser du blé sur un terrain couvert d'autres plantes : dans l'expérience que demande M. Fremy, les productions organiques empêcheront évidemment le ferment alcoolique de se développer. »

» Mon savant confrère me permettra de lui dire que cette réponse me paraît d'une extrême faiblesse, et je ne sais pas même si elle a contenté ses chauds partisans.

» Dans votre théorie, tous les ferments viennent de l'air ; il faut qu'il s'y trouve une bien grande quantité de germes de ferments divers. Car dans toutes les localités, dans une vallée ou sur une montagne, dans des villes comme en pleine mer, du lait ou du suc de raisin éprouvent en quelques heures, vous le savez, les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et acétique : pour mettre votre théorie à l'épreuve de l'expérience, je prends un milieu que vous avez composé, et qui convient, dites-vous, au développement des germes de ferment ; je vous demande d'y faire développer vos prétendus germes de ferments au moyen de l'air seul, et vous me répondez que cela est impossible, *parce que la place est prise*.

» Il m'est difficile d'accepter votre réponse : d'abord, la place n'est pas prise par des végétations précédentes, car tous les germes sont semés en même temps. Je vous donne huit jours, et un mois, si vous le voulez : aucune moisissure n'apparaîtra dans le liquide ; vos germes atmosphériques auront tout le temps de se développer et de faire fermenter la liqueur, si ces germes existent réellement dans l'air.

» Vous savez, comme moi, qu'au bout d'un mois, la liqueur n'entrera

pas en fermentation. Par conséquent, je suis autorisé à dire que l'air ne contient pas les germes des quatre ferments organisés que vous y admettez, et mon objection conserve toute sa force.

» Je sais bien qu'en vous appuyant sur les importants travaux de M. Béchamp, vous me direz peut-être que les moisissures déterminent des fermentations : vous le voyez, au début de cette discussion, en traitant des ferments, j'avais bien raison de me méfier des arguments basés sur le développement des moisissures.

» Mais prenez garde; le jour où vous direz que les ferments dérivent des moisissures, vous serez obligé d'admettre aussi que les organismes se changent les uns dans les autres : je vous prouverai alors que vous abandonnez toutes vos théories et que *vous êtes devenu hétérogéniste*.

» Notre savant confrère, M. Blanchard, a rappelé devant l'Académie que Leeuwenhoek, il y a deux cents ans, avait démontré qu'une eau de pluie qui commence à tomber contient presque toujours des organismes, tandis que l'eau de pluie qui tombe depuis un certain temps *n'offre plus aucun organisme vivant*.

» Je remercie mon confrère de l'argument qu'il a bien voulu me fournir, et je le retourne contre M. Pasteur; puisque la pluie, en tombant, entraîne *tous les organismes*, c'est Leeuwenhoek qui l'affirme, elle doit enlever aussi les quatre germes de ferments qui, d'après M. Pasteur, existent dans l'air : je demanderai donc à notre confrère s'il croit que du lait et du vin ne s'aigriront pas lorsqu'on les exposera à l'air après une longue pluie? s'il le soutenait, je m'engage à lui opposer de nombreuses observations contradictoires.

» Pour démontrer que les moisissures proviennent des germes contenus dans l'air, M. Pasteur a emporté ses ballons à col recourbé sur une haute montagne, il les a remplis d'un air très-pur; il a démontré que cet air, privé de germes, ne produisait plus de moisissures dans ses liqueurs altérables. Que notre confrère veuille bien recommencer ses expériences avec des liqueurs fermentescibles; qu'il porte sur une haute montagne du lait ou un suc de fruit, et que même il répète ces expériences en pleine mer, et il reconnaîtra certainement que ces liquides, exposés cependant à un air peu fécond, y fermentent comme dans les villes : les prétendus germes atmosphériques de ferments ne jouent donc aucun rôle dans les phénomènes de fermentation.

» La réponse qui m'a été faite dans la dernière séance par M. Pasteur

est beaucoup plus importante que les précédentes; je me réserve de la discuter longuement dans la suite de ce débat; mais, dès à présent, il m'est impossible de la laisser passer sans réfutation.

» M. Pasteur a annoncé, sous une forme que l'Académie n'a pas oubliée, qu'en écrasant des grains de raisin au contact de l'air privé de germes, il était arrivé à empêcher le liquide de fermenter : il a paru étonné de ne pouvoir accepter ma défaite *séance tenante*, en présence de son affirmation. Que mon savant confrère me permette de le lui dire : je ne me rends pas aussi facilement. Avant de donner mon opinion sur cette expérience, je viens supplier M. Pasteur de m'en donner tous les détails, et de me permettre de la répéter : j'ai à faire ici des réserves qui seront comprises par tous les expérimentateurs. Je veux savoir comment M. Pasteur a écrasé ses grains de raisin; comment il a pu en extraire la partie intérieure sans la mettre au contact soit de la pellicule des grains qui contient des germes, d'après lui, soit de l'air qui en présente également.

» Je tiens surtout à connaître la méthode que M. Pasteur a employée pour arrêter les prétendus germes atmosphériques : ce point est de la plus grande importance; car personne n'ignore que des influences encore inconnues empêchent souvent les liqueurs les plus altérables de produire la fermentation, et que d'autres aussi la déterminent : telle est, par exemple, l'électricité.

» Il ne suffit pas de dire à l'Académie : « J'ai fait une expérience qui, » en arrêtant les germes de l'air, empêche les fermentations de se produire; » donc ces germes sont la cause véritable du phénomène. » Une pareille expérience, qui est négative, est loin de présenter l'importance que lui suppose notre confrère. On peut obtenir par de telles affirmations un succès momentané, un succès apparent, mais que des expériences ultérieures peuvent renverser. Quand j'aurai répété l'expérience de M. Pasteur, je serai peut-être en droit de lui dire : « Vous pensiez avoir détruit seulement les germes de l'air, mais vous avez fait tout autre chose : votre » argument n'a donc pas de valeur? »

» J'ai peut-être en ce moment, dans mon laboratoire, une expérience sur le suc du raisin qui démontrera, en dehors des germes atmosphériques, pourquoi ce liquide ne fermente pas dans l'expérience de M. Pasteur.

» Dans une question aussi délicate, je prie donc l'Académie de ne pas se laisser entraîner par l'argumentation ardente de mon savant confrère, et d'attendre, pour se faire une opinion, la contradiction expérimentale.

» M. Pasteur m'oppose une expérience; j'ai, moi aussi, de nombreuses objections expérimentales à lui présenter : je demande donc que tous ceux qui veulent suivre cette discussion avec impartialité examinent les arguments qui sont produits de part et d'autre.

» La dernière Note de M. Pasteur contient une déclaration qui ne sera peut-être pas acceptée par les micrographes, et qui me paraît contraire à tous les écrits précédents de M. Pasteur; je tiens à la faire ressortir ici, parce qu'elle jouera certainement un rôle considérable dans le débat et qu'elle pourra servir à la cause que je défends.

» Ces germes de ferments, que je considérais jusqu'à présent comme invisibles et insaisissables, M. Pasteur les voit aujourd'hui, les recueille et les sème.

» Il admet que le germe de la levûre de raisin est celui du *mycoderma vini*, qu'il est un des germes les plus répandus dans l'atmosphère, et qu'il existe particulièrement dans l'air, au printemps et en été.

» Voici donc enfin la théorie de M. Pasteur, qui pourra être soumise à l'épreuve rigoureuse de la méthode expérimentale! Aucune découverte, si elle est vraie, ne sera plus utile à la discussion que celle qui vient d'être faite par M. Pasteur. Toutes les fois qu'un suc de raisin fermentera à l'air, c'est que cet air contiendra, d'après notre confrère, du *mycoderma vini*, dont on pourra constater la présence dans l'air.

» Je demande à M. Pasteur ce que deviendra sa théorie si on lui démontre qu'un suc de raisin fermente dans un air qui ne contient pas de germe de *mycoderma vini;* qu'il fermente en hiver comme en été, lorsque le germe du *mycoderma* n'existe pas dans l'atmosphère.

» Mais je m'arrête ici dans ce genre d'argumention, et j'ai hâte d'arriver à une discussion fondée sur des expériences. Ce sera l'objet de ma seconde Communication.

» J'ai promis de ne pas répondre aux attaques qui ont été dirigées contre moi dans la dernière séance, et je tiendrai parole; mais je ne suis pas seul intéressé dans ce débat.

» Les éloges exagérés ont toujours des inconvénients : ainsi, lorsqu'on a dit à notre confrère qu'*il avait appris à préserver nos vins des différentes altérations qu'ils peuvent éprouver*, on n'a pas rappelé que d'autres savants étaient arrivés au même résultat; et alors il serait possible qu'aujourd'hui même une voix plus autorisée que la mienne dans cette question, et qui sortirait du sein de l'Académie, vînt dire ici que, dans l'histoire des découvertes scientifiques, il ne faut oublier ni les morts ni les absents, et que Appert

d'abord et ensuite notre savant confrère M. de Vergnette-Lamothe ont, eux aussi, donné le moyen de préserver nos vins des altérations qu'ils peuvent éprouver.

» Dans la séance prochaine je commencerai la publication de mes expériences sur les fermentations. »

M. **Balard**, après la lecture de M. Fremy, demande la parole et s'exprime en ces termes :

« Je regrette que M. Pasteur n'ait pu entendre la lecture de M. Fremy; mais une indisposition, heureusement légère, qui l'a forcé à s'aliter pendant quelques jours, ne lui a pas permis d'assister à notre séance. Il prendra connaissance du travail de notre confrère, et communiquera peut-être à l'Académie lundi prochain le résultat de ses réflexions sur cette lecture. Il n'en ferait rien, s'il voulait suivre le conseil que j'ai cru pouvoir lui donner dans la séance dernière, et il attendrait, pour prendre part à la discussion, qu'il y fût apporté des faits contredisant les siens. Mais notre confrère, dans le préambule historique que vient d'entendre l'Académie, n'a pas énoncé un seul fait nouveau qui fasse avancer la question. Ils nous sont promis, pour une époque très-rapprochée, et je m'en applaudis vivement. Espérons que notre confrère les fera connaître dans la prochaine séance, et que notre curiosité si excitée et le désir ardent que nous avons de voir la question faire un pas en avant, seront enfin satisfaits.

» Le long préambule de notre confrère nous laisse encore, j'ai regret de le répéter, au point où nous en étions en 1864. Il renferme un nouvel exposé de principes, très-analogue à celui qui avait été imprimé à cette époque dans nos *Comptes rendus*.

» Dans tout ce que nous venons d'entendre, je ne vois donc que des *objections* opposées par notre confrère aux *théories* de M. Pasteur. Quant aux objections à ses *expériences*, promises pour aujourd'hui et que nous attendions avec tant d'impatience, il n'en est pas dit un mot. Rien non plus, des faits nouveaux que nous promet M. Fremy. Cependant, je le redirai encore, il faudrait avant tout discuter ces expériences, dont le simple énoncé sape dans sa base la théorie des corps que M. Fremy appelle, et qu'il appelle seul, je pense, *hémi-organisés* (1).

(1) Cette théorie a un peu varié dans l'esprit de notre confrère. En 1841, il acceptait la doctrine allemande de l'*entraînement vital*. Il a reproduit cette idée en 1864; il paraissait admettre, à cette époque, la nécessité des germes vivants provenant de l'air pour produire

» Dans cette théorie, espèce de juste milieu entre la génération spontanée et la génération par germes, l'albumine, la fibrine, et généralement les substances que les chimistes appellent protéïques, pourraient s'organiser toutes seules. La nature aurait préparé en elles une matière que M. Fremy appelle *hémi-organisée*, disponible pour organiser promptement, et d'une manière complète, tout ce qu'elle veut créer. A-t-elle besoin de détruire du sucre, en le transformant en alcool? elle dispose de cette matière et crée la levûre. Faut-il acidifier du vin? elle produit, avec elle, le *mycoderma aceti*. Veut-elle coaguler le lait? elle organise, à son aide, le ferment lactique, etc., tout cela avec le concours de l'air, qui est indispensable à ces développements d'êtres vivants.

» Mais, dans ces ballons à tubes sinueux et ouverts, où M. Pasteur enferme des matières fermentescibles, après les avoir soumises à l'ébullition pour. . . . .

» Notre confrère m'interrompt à ce mot, et je l'en remercie, car en décrivant de nouveau cette expérience, dont nous parlons depuis plusieurs séances, je risquais d'abuser des moments de l'Académie. Mais il m'interrompt pour me dire que ces matières ayant été chauffées ont perdu, par cela même, la faculté de s'organiser.

» Elles s'organisent, cependant, quand elles peuvent recevoir les poussières de l'air. Comment explique-t-il cela? Mais, cette ébullition, par laquelle notre confrère explique l'absence des développements d'êtres vivants, M. Pasteur s'en passe. Il conserve dans ces ballons ouverts, où l'air peut se renouveler, du sang puisé dans la veine de l'animal, de l'urine recueillie au moment de son émission, sans que ces matières, si putrescibles, éprouvent la moindre altération, même après plusieurs années. La matière hémi-organisée n'est-elle pas là absolument inaltérée? Qui l'empêche de s'organiser tout à fait? sinon l'absence des matières solides apportées par l'air, dans lesquelles M. Pasteur reconnaît des germes et que M. Fremy ne veut pas admettre comme tels. Ce fait capital, décisif, M. Fremy le passe sous silence avec une obstination qui excusera, je l'espère, celle que mettent à le lui rappeler tous ceux qui désirent qu'au lieu de s'étendre en dissertations, le débat se concentre sur des faits.

» M. Fremy nous a donné de la fermentation une définition très-large, si

---

l'*entraînement vital* des corps hémi-organisés. Il semble y renoncer aujourd'hui; la matière hémi-organisée devient, dans ses idées nouvelles, *organisée*, tout à fait, par un mouvement vital dont elle trouve le principe en elle-même.

large même, que l'on peut craindre de voir englober sous un même nom un trop grand nombre de décompositions organiques. Tous ces dédoublements, qu'il range dans une catégorie unique et qu'il appelle des fermentations, doivent, selon lui, avoir des causes analogues, et le mode de transformation qu'on observe dans un cas doit ressembler à celui que l'on constate dans les autres. M. Pasteur ne m'en voudra pas, je l'espère, de parler un moment pour lui et de dire qu'il n'est pas aussi savant.

» Des fermentations diastasique, pepsinique, pectique, amygdalique, synapisique, de celles des corps gras et de la plupart des glucosides, etc., il n'en parle point. Il n'a pas la prétention de connaître ces fermentations avant de les avoir étudiées, à sa manière. Il ne s'occupe donc pas, comme notre confrère, des fermentations en général; il ne se prononce pas aussi vite sur leur unité. Il a étudié quelques fermentations en particulier, et il n'affirme rien que pour ce qui concerne les fermentations alcoolique, lactique, butyrique, acétique, visqueuse, ammoniacale et putride, ainsi que pour celles qu'éprouvent les tartrates, les malates, la glycérine et le tannin. Pour celles-là, il affirme que leur développement concorde avec celui de certains êtres vivants spéciaux à chacune d'elles.

» Ces faits (1), il les a montrés à tous ceux qui ont voulu les voir, et je ne suis pas le seul à les avoir suivis dans son laboratoire, avec un intérêt qui explique la persistance que je mets à les défendre. J'ai eu le plaisir de m'y rencontrer avec nos confrères : MM. Chevreul, Dumas, Boussingault, H. Sainte-Claire Deville, etc. Pourquoi notre confrère M. Fremy n'a-t-il pas eu la même curiosité? Peut-être que les débats dans lesquels il s'engage ne se seraient pas réveillés. Il n'en reviendrait, peut-être pas toujours, à son Mémoire de 1841, qui était certainement un progrès pour l'époque. Mais telle vérité qui nous paraît absolue aujourd'hui se présente à nous comme incomplète le lendemain, et pour être au courant de la science, il faut savoir à la fois apprendre et oublier.

» M. Fremy, dans la lecture qu'il vient de faire, me reproche d'avoir

---

(1) Il en est un plus facile à vérifier que les autres, et que j'ai reproduit souvent, lorsque M. Van Tieghem a soutenu sa thèse à la Faculté des Sciences. Si l'on émet directement de l'urine dans une fiole à col étroit, elle se conserve des mois entiers sans altération. Mais si l'on ajoute une parcelle du mycoderme qui est l'agent de cette altération de l'urine, on constate son développement rapide et sa multiplication aux dépens des matières azotées de l'urine, autres que l'urée, et celle-ci se transforme en carbonate d'ammoniaque.

exagéré le bien que j'ai dit de M. Pasteur, en lui attribuant les améliorations que le chauffage tend à introduire dans les vins. Je n'ai pas fait cette affirmation à la légère et sans connaître les efforts que l'on avait faits pour rapporter cette découverte à Appert, d'abord, et à M. de Vergnette-Lamothe ensuite.

Mais, l'opinion que je me suis faite par un examen attentif des débats qui ont eu lieu sur ce sujet, il y a quelques années, est bien arrêtée dans mon esprit. C'est à M. Pasteur que je rapporte la découverte sans restriction. L'inventeur, à mon avis, est celui qui, le premier, prenant deux bouteilles d'un même vin quelconque, en a chauffé une, en laissant l'autre à la température ordinaire et montré que la première se conservait intacte, tandis que la seconde éprouvait, dans les mêmes conditions, des altérations profondes.

Cette expérience démonstrative, c'est M. Pasteur qui l'a faite le premier. Appert, dont je ne voudrais pas amoindrir la mémoire, n'a jamais constaté cela, pas plus que notre Correspondant, à l'esprit observateur duquel je rends toute justice. Mais on ne me persuadera jamais qu'on ait apprécié d'une manière saine l'emploi de la chaleur pour la conservation des vins, quand on conclut que c'est la congélation seule qui peut l'assurer. Ce n'est pas, ici, qu'il est nécessaire de faire ressortir la différence capitale, qui existe entre un observateur constatant un fait, sans l'expliquer et sans en faire usage, et le savant qui, partant de l'observation d'un vin altéré sur lequel on lui demandait un avis, y trouve des corps organisés, se fait une idée précise de la cause de ces altérations, étudie les êtres qui en sont les agents, et qui, cherchant, par une série de moyens, à les tuer sans altérer les vins, finit, à la suite de longs tâtonnements, par reconnaître l'efficacité de la chaleur, et introduit ainsi dans l'agriculture une pratique rationnelle, sûre et économique. Pratique qu'appréciait vivement M. de Vergnette-Lamothe lui-même, quand, sollicitant de M. Pasteur la suite et la publication de ses recherches, il lui disait : « Alors, plus de vins malades, » et vous aurez donné des millions à la France. »

**M. Wurtz** s'exprime en ces termes :

« En commençant sa Communication, notre confrère M. Fremy a dit : « Deux théories de la fermentation sont en présence, celle de M. Pasteur » et celle que je soutiens. » Je demanderai la permission de faire observer

que cette dernière est de M. Liebig, qui l'a fait connaître pour la première fois en France dans son *Traité de Chimie organique*, traduit par Gerhardt. On sait que M. Liebig considère comme ferments les matières azotées complexes en état de décomposition, et qu'il admet que cette décomposition peut se propager, au sein même du liquide où elle s'accomplit, à la masse d'un corps fermentescible qui s'y trouve dissous en même temps.

» Ces matières azotées complexes, notre confrère les a nommées *hémi-organisées*. Le mot lui appartient : personne ne songera à lui en contester la propriété. L'idée de considérer les matières albuminoïdes en décomposition comme pouvant jouer le rôle de ferments appartient à M. Liebig. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations relatives aux procédés de conservation des vins par le chauffage, à propos de la dernière Note de* M. Balard; *par* **M. P. Thenard.**

« Dans sa Note insérée au dernier *Compte rendu*, M. Balard attribue à M. Pasteur l'art de préserver les vins de toute altération ultérieure, et, dans son argumentation, il persiste dans ce dire.

» Sans entrer dans les explications ingénieuses que donne M. Pasteur, des causes de l'action conservatrice du chauffage, je me crois obligé de rappeler à nouveau que : c'est Appert qui est l'inventeur du principe, et c'est M. de Vergnette qui, en fixant les limites de température dans lesquelles il doit être pratiqué, l'a rendu utilement applicable à tous les vins et plus particulièrement aux grands vins de la Bourgogne.

» Dans la science, un fait acquis est une vérité qui a toujours plus de valeur qu'une théorie contestable.

» En la circonstance, le fait appartient à Appert et à M. de Vergnette, la théorie à M. Pasteur : nous ne lui contestons pas cette part d'invention; mais nous reportons le fait à ceux qui l'ont véritablement découvert. »

HÉTÉROGÉNIE. — *Nouvelles observations relatives à la réponse insérée par* M. Fremy *au précédent* Compte rendu; *par* **M. Balard.**

« Notre confrère M. Fremy, après avoir entendu la lecture de la Note que j'ai lue dans la séance dernière, a dit à l'Académie qu'il n'y répondrait pas. Mais il a plus tard changé d'avis, car, en rédigeant les quelques mots par lesquels il disait qu'il ne voulait pas me répondre, il a expliqué les motifs de son silence. Or cette explication est elle-même une réponse que je ne

puis accepter sans y répliquer quelques mots à mon tour, pour ramener la question à ses véritables termes, et pour empêcher que les rôles que nous avons pris l'un et l'autre dans cette discussion soient intervertis.

» Notre confrère dit dans sa réponse « *qu'il lui serait bien facile de réfuter* » *sur tous les points mon* écrit, mais que, voulant donner à l'Académie une » *nouvelle* preuve de ses sentiments de *modération* et de *bonne confraternité,* » il ne répondra pas à ma Note, parce qu'elle n'apporte pas d'*élément* » *scientifique nouveau à la question qui se discute en ce moment.* »

» Sans doute ma Note, pas plus que la sienne, n'apporte aucun *élément scientifique nouveau à la discussion.* Mais j'ai jugé très-scientifique, cependant, de rappeler des faits *anciens* à l'abri de toute contestation, vérifiés par une Commission de l'Académie, insérés dans un Rapport approuvé par elle, et dont notre confrère semblait repousser l'intervention dans le débat d'une manière qui pouvait paraître systématique. En les y maintenant, je conservais à la discussion un élément important, qui est resté sans réponse.

» M. Fremy a répété à diverses reprises qu'il ne voulait pas passionner le débat; mais que faisait-il autre chose dans sa réplique si vive à une Note que je persiste à regarder comme inoffensive, réplique qu'il est censé m'avoir adressée devant l'Académie, et qu'elle n'avait pas entendue? Est ce quand on est entré soi-même le premier dans une voie que j'ai été à mon grand regret forcé de suivre pour rétablir la vérité des faits, qu'il convient de dire qu'on veut donner une preuve *nouvelle* de *modération* et de *bonne confraternité?*

» M. Fremy affirme *qu'il lui serait facile de me réfuter sur tous les points;* quant à moi, je pense, et tout le monde sera de mon avis, que lorsqu'on ne répond pas, c'est qu'on n'a rien à répondre (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note relative aux recherches sur la teinture entreprises par M.* Paul Havrez, *ingénieur civil, directeur de l'École professionnelle de la ville de Verviers; par* M. CHEVREUL.

« Je ne dirai pas « l'Académie se rappelle, » quand j'ai la certitude qu'elle ne se rappelle pas : le fait est que le trente-troisième volume de ses *Mémoires* se compose uniquement de mes recherches sur un *moyen de définir et de*

(1) M. Fremy, absent en ce moment de la séance, n'a pu entendre cette Note, qui, si elle avait été lue en temps opportun, aurait, comme réclamation à l'occasion du procès-verbal, dû figurer entête du *Compte rendu*.

*nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale.* Deux de mes confrères ont bien voulu citer ce moyen comme leur ayant été utile, M. Boussingault d'abord, et M. Charles Sainte-Claire Deville ensuite; quoi qu'il en soit, le livre n'a pas fait fortune en France : c'est donc un événement heureux pour l'auteur qu'une occasion se présente de venir dire à l'Académie que, si elle s'est mise en frais pour cette publication et l'Atlas de M. Digeon qui l'accompagne, cette dépense n'a pas été considérée à l'étranger comme inutile.

» Voici les faits :

» En 1863, un ingénieur civil belge, sachant qu'il y avait un directeur des teintures aux Gobelins, a voulu le connaître; il s'y est présenté avec une lettre de M. Dumas. Malheureusement le Directeur, absent alors, n'a connu cette visite que par une lettre obligeante, datée du 27 de décembre 1871, et signée Paul Havrez, directeur de l'École professionnelle de Verviers.

» M. Paul Havrez ne s'est point borné à faire connaître les travaux du Directeur des teintures des Gobelins à ses compatriotes, par des résumés lithographiés, mais il a entrepris lui-même des recherches originales pour répandre, dans la ville de Verviers, si renommée par l'activité, l'habileté et la probité de ses industriels et de ses commerçants, des notions précises de la science et de l'art de la teinture, si important à la prospérité de cette ville.

» M. Paul Havrez, après de longs, de fort longs travaux, entrepris, à la suite de mes recherches sur la teinture, loue les teintures des Gobelins, fait l'éloge de son Directeur, exagéré peut-être, lorsqu'il y a quelques années, on disait en haut lieu qu'*on ne savait pas teindre aux Gobelins*. Et cependant voici que, dans le dernier semestre de l'année 1871, le Directeur des teintures reçoit de nouvelles Communications de M. Paul Havrez, et un nouvel éloge dépassant le premier.

» Un des Mémoires de M. Paul Havrez a pour titre : *Indices ou numéros caractéristiques de nuances chevreuliennes formulés par la somme algébrique des influences colorantes des doses centésimales de mordants et des agents générateurs.*

» M. Paul Havrez ayant pris pour base de son travail le trente-troisième volume des *Mémoires de l'Académie*, je me suis trouvé dans la nécessité de le citer au début de cette Note, puisqu'il veut bien adopter pour la définition des couleurs :

» 1° La pensée de la *construction chromatique-hémisphérique*, exposée pour la première fois en 1839 dans la *loi du contraste simultané des couleurs;* construction purement *rationnelle;*

» 2° *Les* 10 *cercles chromatiques, réalisation et application de la construction chromatique-hémisphérique à la définition des couleurs.*

» Le trente-troisième volume des *Mémoires de l'Académie* montre de la manière la plus simple comment toutes les couleurs imaginables peuvent être distribuées en 10 cercles chromatiques. Chaque cercle comprend 72 *couleurs*, chaque couleur comprend 20 *tons équidistants*, à partir du *blanc zéro ton* jusqu'au 21^e ton représenté par le noir.

» Le 1^er cercle comprend les couleurs franches, c'est-à-dire celles qui ne contiennent du *noir*, du *brun* ou du *rabat* que dans les tons les plus foncés.

» Les 9 autres cercles comprennent les couleurs du 1^er cercle, dont tous les tons sont rabattus par du noir dans les proportions suivantes :

| | | Couleur. | Noir. |
|---|---|---|---|
| 2^e cercle, tons représentés par | | $\frac{9}{10}$ | $\frac{1}{10}$ |
| 3^e cercle, | » | $\frac{8}{10}$ | $\frac{2}{10}$ |
| 4^e cercle, | » | $\frac{7}{10}$ | $\frac{3}{10}$ |
| 5^e cercle, | » | $\frac{6}{10}$ | $\frac{4}{10}$ |
| 6^e cercle, | » | $\frac{5}{10}$ | $\frac{5}{10}$ |
| 7^e cercle, | » | $\frac{4}{10}$ | $\frac{6}{10}$ |
| 8^e cercle, | » | $\frac{3}{10}$ | $\frac{7}{10}$ |
| 9^e cercle, | » | $\frac{2}{10}$ | $\frac{8}{10}$ |
| 10^e cercle, | » | $\frac{1}{10}$ | $\frac{9}{10}$. |

» Les tons de chaque cercle s'élèvent à 1440, et ceux des 10 cercles à 14400, auxquels il faut ajouter 20 tons de gris normaux; on a ainsi 14420 tons.

» Mais j'ai fait voir que, dans la pratique, ce nombre peut être diminué d'après les considérations suivantes :

» 1° Que les tons clairs de plusieurs gammes voisines peuvent, en beaucoup de cas, être représentés par une moyenne suffisant à ces mêmes gammes ;

» 2° Qu'il en est de même des tons bruns des gammes : non-seulement

la réduction peut porter sur les tons bruns des gammes voisines d'un même cercle, mais encore sur le nombre des cercles mêmes les plus rabattus.

*Application du moyen.*

» Pour dénommer une couleur, il suffit du nom de la gamme à laquelle appartient cette couleur, d'un chiffre indiquant le ton, et d'une fraction indiquant la proportion du noir à la couleur, si la couleur n'est pas franche.

» *Exemples :*

*Écarlate de Hollande.* — 3 rouge, 10 ton.

Cette dénomination indique l'absence du rabat.

*Écarlate* du Ministère de la Guerre pour uniformes :

Drap fin, 23 ains : 3 rouge, 10 ton.
Drap commun, 20 ains : 3 rouge, 9,75 ton.

*Drap garance* du Ministère de la Guerre :

Drap, 23 ains : 3 rouge, 13 ton.
Drap, 19 ains : 3 rouge, inclusivement au 4$^e$, 12 ton.

*Cramoisi.* — Les plus beaux damas de Lyon : 3 violet-rouge, 10 ton.

J'ai pu constater qu'un damas du château de Versailles, faisant partie d'un meuble de Louis XIV, avait dû avoir ce ton lorsqu'il était neuf.

*Amaranthe.* — Violet-rouge, 12 ton.

» Si j'ai bien compris, M. Paul Havrez arrive à cette formule :

$$t = \frac{21\,x\mathrm{F}^n}{1 + x\mathrm{F}^n}, \quad \text{d'où} \quad \mathrm{F}^n = \frac{1}{x}\,\frac{t}{21 - t},$$

où $t$ désigne le ton d'une couleur, F la dose de l'agent colorant, $x$ et $n$ deux constantes satisfaisant à deux résultats d'expériences.

---

» M. Paul Havrez m'exprimait, dans une lettre du mois de novembre 1871, le désir que je présentasse ses travaux à l'Académie; de plus, M. le bourgmestre de la ville de Verviers, M. Ortmans Hauseur, voulut bien m'écrire ce qu'il pense de M. Paul Havrez : des services rendus à l'industrie belge par l'invention de différents appareils mécaniques, de son dévouement à la science et à l'École professionnelle de Verviers. Enfin il m'exprimait le désir que je présentasse les recherches de M. Paul Havrez à l'Académie.

» L'avouerai-je, plus les lettres de M. Havrez et de M. le bourgmestre

étaient pressantes et bienveillantes à mon égard, et plus j'éprouvais d'hésitation de les présenter à l'Académie, dans la crainte que les éloges qu'on me donnait ne parussent exagérés à mes compatriotes et ne nuisissent par là même à l'auteur.

» Je fis part, en conséquence, à M. P. Havrez et à M. le bourgmestre de la cause de mes hésitations sur des travaux dont je n'avais pas vu les résultats, et de ma crainte de ne pas répondre d'une manière satisfaisante à des questions dont les travaux de M. P. Havrez pouvaient être l'occasion. En outre, ayant soumis quelques questions à l'auteur, dictées par ce sentiment d'hésitation et provoquées par mon dixième Mémoire relatif à la dégradation du bleu de Prusse sur la soie, voici sa réponse : je l'extrais d'une Lettre datée du 27 de décembre dernier :

« J'ai pris la liberté, Monsieur, dit M. Havrez, d'adjoindre ici une Note sur *l'application de la loi des tons à vos résultats* sur les tons du bleu de Prusse. Vous jugerez, Monsieur, si elle peut intéresser l'Académie des Sciences; mais la concordance parfaite qui existe entre vos résultats (dixième Mémoire) et ceux donnés par la loi

$$\text{F (centimètres cubes liqueur normale ferrique)} = 0^{c\Delta},175 \left(\frac{t}{21 - t}\right)^{\frac{3}{2}}$$

est si saisissante, qu'on conçoit que vos échelles chromatiques sont des échelles *naturelles*, rigoureusement d'accord avec les séries mathématiques.

» J'ai pensé que cette étude pourrait intéresser l'Académie; car elle montre tout ce qu'on peut attendre de l'application de votre Atlas chromatique à la recherche de tous les tons, brunitures, nuances. Votre classification naturelle, mathématique des trois manières d'être d'une couleur permettra de formuler mathématiquement tous les phénomènes de teinture.... »

---

» Après cette Communication, je résumerai quelques faits de l'année 1826, relatifs à la présentation que je fis à l'Académie, le 12 de juin, d'un Mémoire ayant pour titre : *De la dégradation du bleu de Prusse sur la soie*, par un procédé précis et défini.

» Ce travail, le premier que je présentai à l'Académie des Sciences comme directeur des teintures des Gobelins, fut entrepris à l'occasion d'une tapisserie reproduisant le portrait de M^me la duchesse de Berry, vêtue d'une robe bleue, d'après un tableau peint par Gérard.

» Huit jours après cette Communication, un préparateur, qui était attaché depuis plusieurs années au laboratoire du Directeur des teintures, écrivit à l'Académie que le public ne devait avoir aucune confiance dans les résultats que je lui avais présentés, puisqu'ils ne provenaient pas,

comme je le prétendais, d'*expériences définies*, mais que chacun des vingt-quatre tons de ma gamme avait été choisi parmi cinq ou six essais.

» Le 24 de juin, parut dans le journal appelé *le Corsaire* un article confirmant ces allégations.

» Un journal (*la France commerciale*) prit ma défense le 27 de juin, et cette défense fut l'occasion d'une réponse du *Corsaire* tout à fait injurieuse, où l'*on déclarait que l'industrie ne pouvait tirer aucune utilité de ce travail*, et que si la connaissance de la science ne nuit point à l'art de la teinture, du moins il peut fort bien s'en passer.

» Sans doute, les faits que je rappelle remontent à un demi-siècle bientôt; mais, dans un moment où l'existence des manufactures de l'État est mise en question, n'est-il pas important, si ces établissements doivent être conservés, que l'autorité supérieure aussi bien que le pays sachent les conditions où ces établissements peuvent être vraiment utiles au pays?

» Je dois ajouter que les attaques publiques que je viens de rappeler, émanées de l'administration même des Gobelins, ne nuisirent point au Directeur des teintures, car l'Académie des Sciences voulut bien le nommer un de ses membres, le 7 d'août, et ici je dois insister sur ce que la circonstance d'une dénonciation faite publiquement au sein de l'Académie, et appuyée par quelques feuilles quotidiennes, n'émanait pas de l'administration supérieure : loin de là, je n'eus qu'à me louer d'elle!

» Dans cet état de choses, n'ai-je pas à me féliciter de pouvoir dire, en 1871 : « Les travaux de M. Paul Havrez, que j'ai l'honneur de présenter » à l'Académie, en son nom, sont la confirmation de l'approbation que » l'Académie voulut bien donner, le 7 d'août 1826, aux recherches du » Directeur des teintures des Gobelins sur la dégradation du bleu de » Prusse! »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur la Note de M.* Renou *relative à l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris pour 1872; *par* **M. Delaunay.**

« Le *Compte rendu* de la dernière séance renferme une Note de M. Renou destinée à rectifier les nombres publiés dans l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris*. Les diverses indications fournies par cette Note seront l'objet d'un sérieux examen. Je me bornerai pour le moment à présenter à ce sujet les remarques suivantes :

» M. Renou débute dans sa Note en disant « qu'il ne peut s'empêcher » de signaler une phrase de la page 36, d'où il résulterait que les lacunes

» existant dans les observations de Paris, de 1787 à 1803, auraient été » comblées au moyen des *Transactions philosophiques*, tandis que les obser- » vations faites à l'Observatoire de Paris sont publiées intégralement de- » puis le 1er germinal an V ». Or que trouve-t-on à la page 36 de l'*Annuaire*, c'est-à-dire à la deuxième page d'une courte Introduction historique? Je cite textuellement : « Les troubles de la Révolution française ne tar- » dèrent pas à apporter des lacunes regrettables dans les observations de » Paris, et, de 1787 à 1803, Arago dut y suppléer dans ses *Notices mé-* » *téorologiques* au moyen des *Transactions philosophiques* de Londres. » De 1804 à l'époque actuelle, les observations ont été régulièrement sui- » vies. » Il n'y a là que le simple énoncé d'un fait acquis à l'histoire, énoncé qui est emprunté à Arago lui-même (1). Comment le nom d'Arago s'est-il trouvé effacé sous la plume de M. Renou, de manière à faire croire qu'il y a lieu de nous adresser un blâme à ce sujet?

» Quelques lignes plus loin, M. Renou donne un tableau qui, dit-il, n'a pas besoin d'explication. J'ai voulu m'assurer par moi-même de l'exactitude des rectifications qui y sont indiquées; voici ce que j'ai trouvé dans les registres manuscrits où sont consignées les observations météorologiques de l'Observatoire, et d'où ont été tirés autant que possible les nombres donnés dans notre *Annuaire météorologique*.

» Suivant M. Renou, la plus haute température du 9 juillet 1797 aurait été de 34°,5; d'après les registres, cette plus haute température a été seulement de 22°,0. Pour le 18 août 1800, M. Renou donne 35°,5; on trouve dans les registres 32°,5. Pour le 14 juin 1812, l'*Annuaire* donne 32°,7 et M. Renou dit qu'il faut 32°,5; les registres donnent 32°,7. Pour d'autres années, les rectifications indiquées se réduisent à un dixième de degré. Que reste-t-il donc de ce tableau? Quand on se trompe si fortement dans une suite de quelques nombres qu'on a la prétention de rectifier, combien n'aurait-on pas commis d'erreurs dans un travail considérable comme celui que présente l'*Annuaire météorologique!*

» Ce que je viens de dire suffit pour montrer dans quel esprit a été rédigée la Note de M. Renou, et quel degré de confiance on doit accorder aux prétendues rectifications qu'elle renferme. On se demande comment, en s'appuyant sur de telles données, M. Renou n'a pas craint de couronner sa Note par la phrase suivante, qu'il est bon de mettre en lumière : « Il était nécessaire de protester contre cet amas d'inexactitudes, qui, se

(1) Arago, *OEuvres complètes*, t. VIII (Ve des *Notices scientifiques*), p. 546.

» propageant sous l'autorité de l'Observatoire de Paris, pourrait induire » beaucoup de personnes en erreur, si les météorologistes français ne se » hâtaient d'en prévenir le public scientifique. »

« M. Delaunay, après avoir communiqué les remarques qui précèdent, présente à l'Académie le premier numéro d'un *Bulletin météréologique mensuel*, publié par l'Observatoire de Paris. Ce *Bulletin mensuel* a principalement pour objet de faire connaître, chaque mois, le résultat des observations faites pendant le mois précédent sur les divers points de la France où sont établies des stations météorologiques. Le premier numéro (janvier 1872) renferme, en outre, divers documents, et notamment des détails intéressants sur l'état actuel des travaux entrepris à l'Observatoire pour la publication d'un *Atlas physique et statistique* de la France; il est accompagné d'un premier fascicule de l'*Atlas météorologique* pour les années 1869, 1870 et 1871 réunies. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température solaire*. Note du **P. Secchi.**

« Rome, ce 25 janvier 1872.

» Je suis très-reconnaissant à l'Académie, qui a bien voulu s'occuper de la question de la température solaire, sur laquelle la science est dans un état d'imperfection très-regrettable. Les résultats si opposés qui ont été obtenus par les savants frappent par leur énorme divergence. Je ne suis nullement partisan d'un nombre plutôt que d'un autre, mais je dois faire connaître les raisons pour lesquelles j'ai donné la préférence au résultat le plus grand.

« Dans la séance du 2 janvier, M. Vicaire a cherché à expliquer ces divergences en les attribuant à ce que, dans le calcul, je suis parti de la loi de Newton, tandis que, en partant de la loi de Dulong et Petit, on arrive au résultat de Pouillet. Ce résultat ne m'était pas inconnu, mais il est tellement étrange, que j'ai cru devoir le rejeter. En effet, la température solaire, d'après lui, serait de 1398 degrés, c'est-à-dire inférieure à celle de la fusion de la fonte; et cependant, dans le Soleil, nous voyons le fer en vapeur. Que conclure de là? Évidemment que la loi de Dulong et Petit n'est pas admissible. Il n'est du reste pas difficile de se convaincre que cette loi doit être en défaut dans le cas actuel.

» Cette loi ne peut être admise qu'entre les limites dans lesquelles le

corps garde l'état solide ou liquide ; lorsqu'il passe à l'état gazeux, il y a discontinuité dans le phénomène, et l'hypothèse la plus probable est celle de Newton, que la température communiquée au milieu doit être proportionnelle à celle de la source.

» La structure de la photosphère peut encore nous éclairer sur la valeur probable de cette température. Quant à la constitution de cette couche, il y a maintenant deux opinions entre lesquelles se partagent les savants. Les uns pensent qu'elle est formée par des vapeurs métalliques à l'état de brouillard, précipitées par le refroidissement dû à la radiation : à ces brouillards, sont mêlées des vapeurs transparentes, mais absorbantes, formant au-dessus une couche qui est celle qui produirait les raies de Fraunhofer, raies qu'on a vu renversées dans les éclipses, confirmant ainsi le résultat auquel j'étais parvenu par des observations directes en plein soleil. Les autres supposent que la couche photosphérique est formée par des masses purement gazeuses qui, à cause de leur température très-élevée, donneraient un spectre continu, rendu ensuite discontinu par la couche extérieure, qui serait également à l'état gazeux, mais à une température moindre. Cette seconde hypothèse exige dans la masse une température bien plus élevée que la première, en sorte que, en admettant la première, on doit obtenir un résultat minimum. La température de la couche photosphérique serait alors celle que, par analogie avec les phénomènes offerts par la vapeur d'eau, nous pourrions appeler *température de précipitation à l'état visible*. Il est évident que cette température doit être supérieure à celle de la fusion des métaux qui produisent les vapeurs. De plus, ces masses étant toujours renouvelées et mêlées à une grande quantité de vapeurs non condensées, leur température doit être très-élevée, et bien supérieure à celle de nos flammes.

» On a objecté que, en calculant la température solaire d'après les données de Pouillet, on arrive à cette conclusion que, sur 1 mètre carré du Soleil, il se produit autant de chaleur que sur 80 mètres carrés de grille, dans une locomotive. Cela est vrai, mais il est vrai aussi que, si l'on admet pour cette température 1500 degrés, la température solaire devrait être quatre-vingts fois plus élevée au moins, c'est-à-dire 120000 degrés. On ne peut échapper à cette conclusion qu'en faisant des hypothèses arbitraires sur l'augmentation de la radiation avec la température qui découlerait de la loi de Dulong et Petit, laquelle n'est pas admissible pour le Soleil. En effet, dans ces foyers, on ne voit pas le fer en vapeur comme on le voit dans le Soleil, ce qui constitue une différence essentielle, qui condamne la conclusion que la température solaire ne s'éloigne pas beaucoup de celle de nos

flammes ordinaires. La seule flamme qui présente le fer en vapeur est celle qui sort du convertisseur de Bessemer; mais il y a là un acte de combinaison chimique, dont on ne connaît pas encore la température.

» Une observation d'un ordre différent fait voir qu'on doit exclure, pour le Soleil, toutes les températures qui n'atteignent qu'à un petit nombre de milliers de degrés. On calcule que l'abaissement annuel de température est, pour la masse solaire, de 1°,25 ou 1°,33, en supposant sa capacité égale à celle de l'eau, hypothèse bien conciliante. D'après cela, il est évident que si cette température était d'un petit nombre de milliers de degrés, elle ne pourrait être restée constante pendant les époques historiques, et l'inadmissibilité du résultat des expériences calculées d'après la loi de Dulong et Petit est alors manifeste, car, en un millier d'années, le Soleil aurait perdu ses 1398 degrés et serait éteint! Dans une telle hypothèse, on ne pourrait pas non plus avoir recours à la dissociation, comme cause capable de régénérer de la chaleur, car elle serait bien peu efficace, à une température où une grande partie des matériaux solaires seraient solides et combinés.

» Voilà donc les raisons générales qui doivent faire rejeter l'application de la fameuse loi dans le cas actuel.

» Malheureusement les expériences faites sur les lumières artificielles les plus vives ne sont pas propres à nous guider. M. Fizeau a rappelé que l'intensité lumineuse solaire a été trouvée égale à deux fois et demie celle de la lumière électrique. Malheureusement ce résultat se fonde sur l'action chimique des rayons et pourrait souffrir de grandes exceptions dans l'application actuelle. En outre, ce qu'il importe de remarquer ici, c'est que nous ne connaissons pas la température de cette lumière. L'arc lumineux produit entre les pointes possède sans doute une température beaucoup plus élevée que les charbons, quoique, à cause de son état gazeux, il paraisse moins brillant. Or les expériences de M. Fizeau donnent précisément l'intensité de la lumière des charbons. Dans une expérience faite par moi, dans les recherches de lumière électrique pour les phares, j'ai osé projeter les charbons, fonctionnant avec une pile de soixante couples de grande dimension, sur le disque du Soleil encore assez près l'horizon : ils m'ont paru comme une tache parfaitement noire!

» Cependant ces intéressantes expériences peuvent nous donner quelques éléments d'appréciation, pourvu que nous évitions d'appliquer des lois arbitraires à ces cas qui leur échappent.

» M. Fizeau (*C. R.*, t. XVIII, p. 752) estime que la lumière de la chaux dans le jet oxhydrique est à celle du Soleil comme 6,86 à 1000.

Admettons, avec lui, que la température de la chaux soit inférieure à celle du chalumeau oxhydrique, évaluée au moins à 2500 degrés. Elle ne peut cependant pas être loin de celle du platine fondant, car la lumière émise par la chaux des creusets dans lesquels on fond ce métal, avec le système de M. H. Deville, n'est pas supérieure à celle des cylindres du chalumeau. Évaluons-la donc à 1600 degrés, limite fort admissible. D'après la proportion 6,85 : 1600 :: 1000 : $x$, la température solaire serait 233576 degrés.

» A ce nombre, il faut cependant faire subir les corrections suivantes : 1° celle qui dépend de l'absorption atmosphérique, laquelle, dans la saison et à la latitude à laquelle a opéré M. Fizeau, revient à en doubler environ la valeur; 2° celle de l'absorption atmosphérique solaire, qui serait douze fois plus grande que l'absorption actuelle, selon Laplace, mais qui, d'après mes propres observations thermiques, lui serait seulement sept fois égale, si nous supposons le Soleil privé de son enveloppe absorbante. Ces corrections conduisent au nombre définitif 3270000 degrés. Ajoutons enfin que la radiation mesurée par M. Fizeau n'est que celle de la partie chimique : si réellement elle indique dans la source une température très-élevée, comme le remarquait Melloni, par son action sur les plaques daguerriennes, cependant elle ne donne qu'une fraction minime de la radiation totale, comme on le voit par les travaux de M. Tyndall, laquelle fraction, évaluée seulement à un tiers, nous conduit à tripler le nombre ci-dessus : nous retomberions donc sur le nombre qui a été tant décrié.

» Il est évident que, dans ces déductions, il y a des suppositions assez vagues, mais cela est inévitable, parce que la science ne nous fournit pas de données exactes; cependant il n'y a rien qui ne soit d'accord avec les inductions les plus raisonnables. Sans doute, nous arrivons à des chiffres qui nous sont inconcevables, mais est-ce que nous concevons effectivement la *grandeur réelle* du Soleil? Ne sommes-nous pas réduits seulement à la représenter par des chiffres dont, au fond, nous n'avons pas une *conception effective?*

» Enfin les études spectroscopiques confirment ces résultats dans le sens de leur valeur la plus élevée, bien mieux que dans le sens des valeurs plus faibles.

» D'abord à une distance assez considérable du Soleil, au sommet de la chromosphère, à 7500 kilomètres au-dessus de la photosphère, nous trouvons constamment le gaz hydrogène dissocié; donc, malgré l'exposition à la radiation la plus extérieure, ce milieu est à une température supérieure

à celle de la dissociation, c'est-à-dire supérieure à 2500 degrés au moins. Nous ne trouvons pas ce gaz à un tel état dans nos foyers. Mais ce qui est plus remarquable, c'est que ce spectre est celui qui a été nommé *de second ordre*, lequel suppose une température bien plus élevée que ceux de premier ordre. Il est impossible de déterminer les températures absolues des deux spectres, mais, d'après le diamètre de ssections des tubes dans lesquels on les observe simultanément, on peut en conjecturer la valeur relative. Dans une expérience faite avec un tube à double section, je n'ai réussi à les obtenir simultanément qu'en employant les sections dans le rapport de 1 à 24. Si l'on applique la loi de Kiess, relative aux carrés des sections, le rapport des températures serait de 331 780! Sans doute, il faut réduire beaucoup ce chiffre, car une partie de la chaleur est perdue par l'échauffement du verre et par la radiation; mais que la température soit assez élevée, c'est ce dont j'ai la preuve par les observations suivantes : 1° le verre, après cette expérience, s'est trouvé décomposé; 2° introduit dans un petit calorimètre à eau, contenant 35 grammes de ce liquide, il l'a portée rapidement à l'ébullition, avec une vitesse moyenne de 2 degrés $\frac{1}{2}$ par minute (1).

» Si nous faisons attention à la quantité minime de gaz qui sert au transport de cette quantité de chaleur considérable, et si nous remarquons que cette même quantité est employée, dans les décharges discontinues des machines d'induction, comme celle que j'employais, à produire seulement une brillante étincelle, infiniment plus faible que l'arc de la pile voltaïque, on verra que la température des décharges électriques est énorme, et qu'ainsi sa lumière peut rivaliser avec celle du Soleil. Les physiciens qui se sont occupés de la température de l'étincelle électrique ne nous ont donné que la valeur de la température que la décharge peut produire dans une certaine masse thermométrique; ces recherches ne donnent nullement la température des molécules elles-mêmes, qui sont volatilisées par la décharge. Ainsi il y a là un champ immense à étudier. Après des études de ce genre, nous pourrions peut-être affirmer quelque chose sur la température solaire.

» Toutes les réflexions que je viens d'exposer ne tendent pas, je le répète, à donner la préférence à un résultat plutôt qu'à un autre, mais elles

---

(1) La machine de Ruhmkorff employée était une bobine longue de $0^m,30$ et ayant $0^m,12$ de diamètre : elle fonctionnait avec 12 couples Bunsen neufs, de grande dimension; l'étincelle directe était de 70 millimètres.

me paraissent démontrer que, ayant à choisir entre les deux extrêmes, on risque moins de se tromper en choisissant le plus haut plutôt que le plus bas.

» *P.-S.* — Cette lettre était déjà écrite lorsque j'ai reçu les *Comptes rendus* du 15 janvier : j'y ai lu les belles réflexions de M. H. Deville. Je crois cependant que je n'ai rien à changer à ce que je viens de dire. J'observerai seulement que, pour les températures dont nous parlons par rapport au Soleil, personne n'a jamais songé à ce qu'elles puissent être mesurées avec des thermomètres. Ce sont les résultats de calculs plus ou moins hypothétiques, qui servent à nous donner une idée de ces phénomènes lointains, et à les mettre, jusqu'à un certain point, en rapport avec les phénomènes usuels.

» Les remarques de M. H. Deville confirment justement ce que je disais, que certaines lois sont loin de pouvoir être admises en dehors des limites de l'observation. Devrons-nous donc nous abstenir de toute tentative pour nous faire une idée de ces phénomènes inaccessibles? Je ne le crois pas. Il faut seulement bien comprendre la portée de ces énoncés et les réduire à leur sens propre. Une possibilité défavorable quelconque, qui n'est appuyée par aucun fait démontré, ne devrait pas nous arrêter.

» Du reste, je ferai observer que personne plus que moi n'a été éloigné de regarder le Soleil comme un boulet rouge, et que j'ai toujours eu soin de remarquer que les différentes couches doivent avoir une température différente; que nous ne pouvons apprécier que l'effet total de ces couches, plus ou moins transparentes, ou ce que j'ai appelé la température *virtuelle*, mot emprunté à M. Waterston, et qui a été beaucoup critiqué.

» Je conviens parfaitement, avec M. H. Deville, qu'il y a une enveloppe obscure absorbante autour du Soleil, et l'Académie se rappellera le débat soutenu par moi contre ceux qui admettaient la chromosphère comme limite extrême de l'atmosphère solaire, enveloppe constatée ensuite par les observations spectrales en Sicile, en Amérique, et, dernièrement, par M. Janssen, pendant les éclipses.

» Dans ma lettre, j'ai touché à la température de l'hydrogène qui produit un certain spectre. Je suis heureux que M. H. Deville regarde aussi cette détermination comme un point de départ utile dans les recherches actuelles; cela nous guiderait pour établir la température de l'enveloppe visible extérieure, et ce serait déjà beaucoup; mais il restera toujours beaucoup à faire pour le reste. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *De la position normale et originelle de la main chez l'Homme et dans la série des Vertébrés.* Note de **M. Ch. Martins.**

« La position de la main est variable dans les Primates en général, et chez l'homme en particulier. Lorsque le radius et le cubitus sont parallèles, la main est dite en supination; sa paume est dirigée en avant. Mais lorsque le radius a décrit autour de l'axe du cubitus un mouvement angulaire de 180 degrés, les deux os se croisent et la paume de la main est tournée en arrière : c'est la pronation complète. Dans tous les ouvrages d'anatomie humaine, on suppose toujours l'avant-bras en supination; mais dès qu'il s'agit des vrais Quadrupèdes, cette supposition est inadmissible, parce que la supination est impossible, l'avant-bras étant immobilisé dans la pronation. On se demande dès lors quelle est, dans les Vertébrés en général et dans l'Homme en particulier, la position originelle et normale de la main, celle qui doit être adoptée dans la description du membre antérieur de tous les animaux, dont l'avant-bras et la main ne sont pas fixés invariablement dans une position déterminée.

» Nous emprunterons à la morphologie comparée des Vertébrés vivants ou fossiles, et à l'embryologie, les lumières nécessaires pour résoudre cette difficulté. Dans les Vertébrés les plus anciens, les Poissons ganoïdes de l'époque dévonienne, les mains sont représentées par des nageoires pectorales : elles sont dirigées en arrière, comme les nageoires ventrales auxquelles elles ressemblent complétement. Le bras et l'avant-bras manquent, et la main à l'état de repos est dans un plan vertical, parallèle au plan de symétrie ou vertébro-sternal des animaux supérieurs. Cette position correspond, chez les Primates, à la demi-supination. Dans les Reptiles les plus anciens, l'*Archegosaurus* du terrain houiller, animal analogue au Protée qui vit encore actuellement dans les flaques d'eau souterraines de la Carniole, dans les Ichthyosaures et les Plésiosaures du lias, l'humérus, le radius et le cubitus commencent à se dessiner, et les rayons ou doigts sont réduits à quatre ou cinq; mais le membre est toujours dirigé en arrière et semblable au membre postérieur : la main est en demi-supination. Le Protée, les Cétacés, les tortues marines et même les Phoques et les Morses présentent encore actuellement des membres construits sur ce modèle; ce sont des rames, non pas identiques, mais semblables à celles des Reptiles fossiles énaliosauriens. Dans les Ptérodactyles de la même époque, la similitude des membres n'existe plus, et nous voyons apparaître pour la première fois les os longs du bras, de l'avant-bras, de la cuisse et de la jambe. L'humérus est tordu

de 90 degrés environ, l'avant-bras se fléchit en dehors. Une membrane réunissait les doigts et le corps : c'est l'organisation des Chéiroptères actuels. Comme chez eux, l'avant-bras était fixé en demi-supination, et la main, transformée en aile membraneuse, se place au repos dans un plan parallèle au plan vertébro-sternal. Cette position est aussi celle de l'aile des Oiseaux vivants ou fossiles : la torsion de l'humérus ne dépasse pas 90 degrés, l'avant-bras est en demi-supination et l'aile se déploie en dehors dans un plan plus ou moins perpendiculaire au plan vertébro-sternal.

» Jusqu'ici les mouvements de pronation et de supination n'existent pas ; l'avant-bras est fixé dans la demi-supination (Exemples : les Cétacés, les Phoques, les Oiseaux) ou dans la pronation complète (comme dans les Reptiles terrestres, les Pachydermes et les Ruminants, vivants ou fossiles) ; mais déjà dans les Marsupiaux nous voyons apparaître un mouvement de demi-supination. Quand un Kangourou paît dans une prairie, il appuie à terre ses membres antérieurs, son avant-bras est en pronation ; au contraire, lorsqu'il se tient debout sur ses pattes de derrière, l'avant-bras est le plus souvent en demi-supination, surtout quand il s'en sert pour frapper. Ce mouvement de demi-supination est également très-visible chez les Tardigrades, quand ils grimpent sur un arbre, chez les Rongeurs claviculés tels que les Campagnols, les Marmottes, les Écureuils, les Castors. Ces animaux, quand ils portent un aliment à leur bouche, en le prenant avec les deux mains et quelquefois avec une seule, ont le bras en demi-supination ; quand ils marchent, l'avant-bras est en pronation. La demi-supination est également possible dans toutes les espèces du genre *Felis* et chez les Ours ; c'est la position de la patte antérieure d'un Chat, quand il joue avec une pelotte. La supination complète n'existe que chez les Singes et chez l'Homme en particulier ; c'est dans les Primates seulement que le radius peut décrire un mouvement de 180 degrés autour du cubitus, et placer la main en supination complète. Mais cette position de l'avant-bras et de la main est une position forcée ; au repos, lorsque les bras pendent librement le long du corps, l'avant-bras est naturellement en demi-supination, et le plan de la main est parallèle au plan de symétrie.

» En résumé, dans les Vertébrés, l'avant-bras occupe d'abord une position fixe, en demi-supination chez les poissons, les oiseaux, les reptiles marins, vivants ou fossiles, et les Pinnipèdes. Dans les Mammifères vivants, un premier mouvement de rotation de 90 degrés, de dedans en dehors, devient possible chez les Kangourous, les Paresseux, les Rongeurs claviculés, les Ours, les Chats, etc. Le mouvement de supination complet, sa-

voir : la rotation de 180 degrés, du radius sur le cubitus, est l'apanage de l'ordre des Primates, comprenant tous les singes et l'homme. Enfin, chez les Singes anthropomorphes et chez l'Homme, l'axe du col de l'humérus étant dirigé de dehors en dedans et de bas en haut, et non plus d'avant en arrière, comme dans les autres Mammifères, le membre supérieur tout entier peut exécuter un mouvement de circumduction, en décrivant un cône autour de cet axe idéal. La mobilité du membre supérieur se trouve ainsi complétée, et il devient essentiellement un organe de préhension, au lieu d'être uniquement une colonne de sustentation, comme dans les animaux à pronation constante, tels que les Quadrupèdes proprement dits, ou une rame, comme dans les Reptiles marins et les Pinnipèdes, ou bien une aile, comme dans les Oiseaux et les Chéiroptères.

» L'embryologie confirme, sous ce point de vue, les données de la morphologie comparée. Quand le membre supérieur apparaît sur les côtés du corps d'un embryon de Mammifère, d'Oiseau ou de Reptile, c'est sous la forme d'une palette dont le plan est parallèle au plan de symétrie; elle est dirigée dans le même sens que le pied, et rappelle complétement, dans les premières semaines, et chez le Poulet dans les premiers jours, la nageoire des poissons. Trois fentes branchiales temporaires, situées au cou, et un appendice caudal, qui plus tard disparaît chez l'Homme, complètent l'analogie. La différence des deux membres ne s'accentue que dans la suite de l'évolution fœtale. Plus tard, grâce à la torsion de l'humérus, l'avant-bras se fléchit en dehors ou en avant, tandis que la jambe continue à se fléchir en arrière; néanmoins la ressemblance des deux membres, que nous avons constatée dans les Poissons et les Reptiles marins, vivants ou fossiles, existe dans l'état embryonnaire de tous les Vertébrés. Plus tard, les différences se dessinent : d'abord chez le Ptérodactyle, parmi les Reptiles fossiles les plus anciens; chez le Phoque et le Morse, parmi les Mammifères vivants, quoique chez ces derniers les deux membres exercent des fonctions identiques, celles de rames.

» Pour toutes les raisons que j'ai données, la demi-supination me paraît être la position originelle et normale de la main, et elle devrait être adoptée comme telle pour l'anatomie de tous les Mammifères où l'avant-bras n'est pas placé dans une situation fixe et permanente. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations méridiennes absolues dans les basses latitudes de l'hémisphère austral. Disposition nouvelle prise à l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro.* Note de M. EMM. LIAIS.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« Pour que la lunette méridienne d'un observatoire puisse être rectifiée dans le méridien sans recourir à des déterminations d'ascensions droites d'étoiles observées ailleurs, ou, en d'autres termes, pour que la lunette méridienne d'un observatoire puisse fournir des observations absolues, il est, avec les méthodes connues et usitées, indispensable que dans cet observatoire une étoile au moins soit observable deux fois au méridien, une fois au passage supérieur, une fois au passage inférieur.

» Cette condition, impossible à l'équateur, n'existe pas non plus dans les basses latitudes de l'hémisphère austral, où il ne se trouve dans le voisinage du pôle aucune étoile assez brillante pour être observable deux fois dans la même journée, car il est évident que, quand l'un des passages a lieu de nuit, l'autre se trouve de jour.

» A Rio-Janeiro, par la latitude de 22°54′ sud, la difficulté que je viens de signaler existe encore, du moins pendant la plus grande partie de l'année; car, parmi les circompolaires, celles de 1$^{re}$ et de 2$^{e}$ grandeur rasent l'horizon au passage inférieur et y sont invisibles de jour, et l'étoile $\beta$ de l'Hydre, n'étant que de 3$^{e}$ grandeur, se trouve aussi trop peu élevée au-dessus de l'horizon pour être observable au-dessous du pôle dans le milieu de la journée.

» Lorsqu'au mois de janvier de l'année dernière, j'ai pris la direction de l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro, j'ai dû me préoccuper, avant tout, de tourner cet obstacle, puisqu'il s'agissait de faire de cet établissement un observatoire absolu. Dans ce but, après avoir muni la lunette méridienne d'un système de deux collimateurs opposés, pour faire disparaître l'erreur de collimation, ou au moins pour la mesurer et en tenir compte, et après avoir organisé les moyens de déterminer rigoureusement l'horizontalité de l'axe, non-seulement par le niveau ordinaire, mais encore par la réflexion des fils de la lunette sur le bain de mercure, réflexion observable à l'Observatoire de Rio-Janeiro pendant la journée entière, j'ai placé, sur le prolongement du méridien de cet instrument, et entre lui et son collimateur du sud,

un alt-azimut destiné à l'observation des azimuts extrêmes des belles et grandes étoiles circompolaires, observables de jour comme de nuit.

» Cet alt-azimut, dont l'erreur de collimation peut être mesurée par conséquent sur les mêmes collimateurs que celle de la lunette méridienne, permet alors d'obtenir, par des observations soit répétées, soit réitérées, l'angle azimutal entre l'axe optique de la lunette méridienne, sur laquelle sa propre lunette peut viser dans la position horizontale, et chacun des deux azimuts extrêmes d'une même circompolaire. De là, on déduit la déviation de la lunette méridienne hors du méridien, ou mieux encore, comme cette lunette est munie d'un micromètre, on peut obtenir l'angle que fait avec le méridien l'un des collimateurs fixes, et on en déduit celui de la lunette.

» Cette disposition, jointe à l'emploi des moyens que j'ai indiqués plus haut pour mesurer la collimation et le défaut d'horizontalité de l'axe de rotation, fait que la lunette méridienne peut être parfaitement et complétement rectifiée, sans faire intervenir ses propres observations. Par conséquent, elle peut ensuite fournir les différences des ascensions droites des astres, sans recourir aux observations des autres observatoires. De cette manière, l'Observatoire de Rio-Janeiro se trouve placé dans les conditions des observatoires de premier ordre.

» Si l'on remarque que les observations d'azimuts extrêmes des circompolaires sont des observations d'arc et non de temps; si l'on note, de plus, que ces observations peuvent être répétées ou réitérées un grand nombre de fois dans le voisinage de l'azimut extrême, et ramenées à ce qu'elles auraient fourni à l'azimut extrême lui-même, à l'aide d'une formule de correction d'un emploi facile, que j'ai donnée dans mon Mémoire sur les observations azimutales et reproduite dans mon *Traité d'astronomie appliquée*, on verra que ce mode de détermination du méridien offre le grand avantage de permettre de pousser la précision à un degré extrême, et, en outre, on n'a pas à craindre ici l'influence des anomalies de l'horloge, comme dans les méthodes de détermination du méridien par les passages supérieurs et inférieurs d'une même étoile circompolaire. Par conséquent, l'inconvénient que présente l'absence d'une étoile brillante, voisine du pôle austral, nous a conduits, à l'observatoire de Rio-Janeiro, à trouver un moyen plus parfait que celui auquel nous aurions recouru s'il avait existé une telle étoile.

» Un autre avantage très-important résulte encore de la disposition que je viens de décrire, et sera obtenu par le placement d'une lunette du premier vertical (c'est-à-dire mobile dans le plan du premier vertical) sur le

prolongement de l'axe optique de la lunette de l'alt-azimut, quand celle-ci est amenée perpendiculairement au méridien dans la position horizontale. La lunette du premier vertical pourra alors être rectifiée perpendiculairement au méridien, de la même manière que la lunette méridienne dans le plan du méridien, et alors les deux passages d'une même étoile au premier vertical, combinés avec le passage méridien, permettront d'étudier la régularité et la constance de la marche de l'horloge, et de reconnaître et d'éliminer ses anomalies.

» De plus, en même temps qu'à l'aide des observations des azimuts extrêmes on obtient le méridien, on a aussi l'angle compris entre les deux azimuts extrêmes d'une même circompolaire. Je ferai voir, dans une autre Communication, comment la connaissance de cet angle, combinée avec la mesure de la hauteur méridienne de la même étoile, permet d'obtenir à la fois la hauteur du pôle et la déclinaison de l'étoile, de façon à faire disparaître également, pour la mesure des déclinaisons absolues par le cercle mural, l'inconvénient résultant de l'impossibilité d'observer loin de l'horizon les hauteurs méridiennes d'une même étoile circompolaire à ses deux passages. »

« M. **Le Verrier**, à la suite de cette Communication, dit qu'il s'est élevé, il y a peu d'années, une difficulté au sujet de la longitude de Rio-Janeiro. Le Directeur de l'Observatoire de Rio, qui écrit aujourd'hui à l'Académie, concluait de ses observations que la valeur de la longitude, anciennement déterminée, serait inexacte. M. le commandant Mouchez, de la marine française, qui a relevé la carte hydrographique des côtes du Brésil, arrivait au contraire à une valeur de la longitude concordante avec les déterminations antérieures. Il serait intéressant de connaître de quel côté se trouvait la vérité. »

« M. **Laugier** répond qu'à raison du différent, un officier de la marine française, M. Eugène Penaud, lieutenant de vaisseau, a été chargé, en 1866 et 1867, de reprendre la détermination de la longitude de Rio-Janeiro.

» Par trente passages de la Lune au méridien, il a trouvé, pour la longitude du fort Villegagnon, par rapport à Paris,

$$3^{h}\,1^{m}\,52^{s}\ \mathrm{O}.$$

» Ce résultat concorde, à quelques secondes près, avec celui qui était généralement adopté par tous les navigateurs, et, en dernier lieu, par M. le commandant Mouchez. »

NAVIGATION. — *Objections au gyroscope marin proposé par M.* E. Dubois *dans la séance du 22 janvier*. Note de **M. A. Ledieu.**

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« La propriété fondamentale du gyroscope Foucault consiste en ce que l'axe de rotation de son tore a une direction d'une *fixité absolue* dans l'espace.

» Or imaginons l'axe en question prolongé jusque dans la voûte céleste, il y déterminera un point qui sera immuable par rapport aux étoiles. Cet axe, employé comme déterminant un vertical de repère pour mesurer tout mouvement azimutal d'un navire, ne jouera donc pas d'autre rôle que celui d'une droite menée d'un point du bâtiment à une étoile. En d'autres termes, pour mesurer tout mouvement azimutal d'un navire, il n'y a pas besoin d'avoir recours au gyroscope Foucault, mais simplement à une étoile, ou plus généralement à un astre quelconque, au vertical duquel on rapportera le mouvement gyratoire du bâtiment, à l'aide du relèvement simultané de l'astre et du cap du navire, au même compas.

» Il est à peine besoin d'ajouter que, si l'intervalle de temps entre les observations faites pour mesurer exactement le mouvement gyratoire du navire venait, pour une raison ou une autre, à atteindre un certain temps, il deviendrait nécessaire de tenir compte du mouvement azimutal propre de l'astre, pendant le même temps, afin d'opérer avec plus d'exactitude. M. Dubois ne semble pas s'être préoccupé, dans cet ordre d'idées, de ce que, rigoureusement parlant, l'angle qu'il appelle $\gamma$ n'est que le déplacement azimutal *relatif* et non *absolu* du navire par rapport au méridien, attendu que le gyroscope a un mouvement azimutal propre.

» Quoi qu'il en soit, la remarque toute simple de se servir d'un astre, comme point de repère, pour mesurer le mouvement azimutal d'un navire, se trouve notamment commentée et développée dans un ouvrage publié en Espagne, en 1848, par le chef d'escadre Antonio Doral, sous le titre : « *Du compas de route* ».

» D'autre part, l'usage du gyroscope, pour la question dont il s'agit, ne saurait soutenir aucune comparaison avec l'emploi rudimentaire du relèvement d'un astre ; car la monture de l'instrument subissant l'influence du roulis et du tangage, il en résultera pour l'aiguille indicatrice que porte le cercle azimutal de l'appareil, dans la disposition proposée par M. Dubois, des oscillations relativement au limbe qu'elle parcourt. Or ces oscillations plus

ou moins étendues nuiront singulièrement à l'évaluation exacte des angles.

» Il résulte des considérations précédentes que le gyroscope marin, en admettant même qu'il puisse devenir d'un usage commode, ne serait réellement utile à bord que quand on aurait à la fois : 1° un ciel couvert; 2° belle mer; 3° une variation calculée dans la journée, pour un cap donné; 4° un besoin urgent de connaître les déviations aux divers caps du navire. Or combien de fois dans une navigation ces circonstances multiples se présenteront-elles *simultanément?*

» Nous ne terminerons pas cette Note sans rappeler la méthode qu'un de nos plus habiles hydrographes, le commandant Mouchez, emploie depuis longtemps déjà, dans ses levés de côtes, pour se débarrasser des erreurs dues aux déviations du compas. Chaque fois que la position du bâtiment a changé d'une centaine de lieues, surtout en latitude, il profite de l'instant du lever ou du coucher du Soleil ou de la Lune, pour faire faire à son navire tout le tour de l'horizon.

» Aux caps principaux du bâtiment, lus à un compas étalon, il relève l'astre avec le même compas, et il en conclut la variation propre à chaque cap, à l'aide de l'azimut vrai de l'astre calculé, pour un moment déterminé de l'opération, et corrigé, s'il y a lieu, de son changement d'un instant à un autre. Ce sont justement ces variations dont on a besoin pour naviguer. Elles comprennent à la fois la variation réelle du lieu et les déviations propres à chaque cap. On n'a besoin de séparer ces éléments et de connaître leurs valeurs respectives que dans un intérêt scientifique. Cette séparation s'effectue aisément à l'aide des formules connues, dans lesquelles on introduit les observations mentionnées plus haut.

» Le procédé du commandant Mouchez ne saurait être trop recommandé aux navigateurs. Il a ce cachet d'élégance pratique particulier aux méthodes durables, qui ne demandent jamais l'aide de la science que pour simplifier les questions, et non pour les compliquer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réponse à une revendication de priorité de MM.* de Ruolz et Fontenay, *concernant la découverte du bronze phosphoreux et son emploi pour la fabrication des bouches à feu;* par **MM. MONTEFIORE-LEVI** et **KUNZEL.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans la séance du 26 décembre 1871, MM. de Ruolz et Fontenay ont revendiqué la priorité de l'invention du bronze phosphoreux, en se fon-

dant sur des expériences qu'ils auraient faites de 1854 à 1859. Nous ne pouvons ni ne voulons apprécier s'ils ont suivi la même voie et atteint le même résultat que nous-mêmes.

« Notre point de départ, l'idée d'ajouter du phosphore au bronze n'a été que la base de nos travaux, qui avaient pour but de reconnaître les proportions des divers éléments les mieux adaptés aux qualités demandées dans l'alliage; les résultats obtenus, ainsi que les proportions reconnues les meilleures, ont été livrés par nous à l'impression, dès le commencement de l'année 1870. MM. de Ruolz et Fontenay auraient donc à prouver, non-seulement qu'ils ont pensé à l'addition du phosphore, mais encore qu'ils ont employé les mêmes proportions que nous.

» Il nous est permis d'en douter, vu que le Gouvernement français ayant fait des essais pendant quatre ans, sur les procédés proposés par ces messieurs, les a abandonnés, tandis que plusieurs Gouvernements ont entrepris et poursuivent en ce moment des essais de tir d'épreuve avec des canons fabriqués par nous, et nous avons l'espoir fondé de voir bientôt le Gouvernement français entrer dans cette même voie.

» Mais le fait qui nous touche de plus près, c'est que MM. de Ruolz et Fontenay déclarent eux-mêmes qu'ils ont jugé devoir tenir leur procédé secret, que ce secret a été si bien observé que leurs essais ayant eu lieu de 1854 à 1859, personne jusqu'à ce jour n'en avait entendu parler; que, d'autre part, nos expériences ayant reçu une grande publicité dans les diverses Revues scientifiques, il n'est pas une de ces Revues qui n'ait regardé notre procédé comme une découverte; qu'à l'Académie des Sciences elle-même, renfermant tant d'illustrations dans son sein, notre Communication a été reçue comme nouvelle, et nous tenons à déclarer formellement que jamais aucune information, aucun indice, même vague, de ces expériences, n'était parvenu à nous. Nous disons plus : lorsque l'un de nous a eu l'honneur d'être appelé à assister à une réunion de la Commission désignée par l'Académie pour l'examen de notre procédé, Commission dont faisaient partie deux officiers généraux, plus à même que qui que ce soit, par leur position et leurs connaissances scientifiques, de connaître tout ce qui s'est fait jusqu'à ce jour en artillerie, aucune observation ne s'est produite relativement à la nouveauté de notre découverte.

» En présence de ces considérations et de notre ignorance absolue de tout ce qui avait pu être fait par MM. de Ruolz et Fontenay, nous opposons avec confiance nos droits à la découverte du bronze phosphoreux, à la revendication de priorité de MM. de Ruolz et Fontenay. »

M. H. **Poulain** adresse, par l'entremise de M. Chasles, un Mémoire portant pour titre « Organe mécanique réciproque de transformation de mouvement circulaire alternatif en rectiligne alternatif, à substituer à tous les mécanismes dit *parallélogrammes* et à leurs dérivés ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Serret, Phillips.)

M. **Carvallo** adresse deux nouveaux Mémoires de mécanique rationnelle. Le premier est relatif à ce principe de mécanique : « que la répartition » des forces élastiques s'exerçant entre deux surfaces, réelles ou virtuelles, » de contact ou de séparation, a toujours lieu de manière que le travail élé» mentaire, virtuel ou réel, de l'ensemble de ces forces soit nul. » Le second contient l'application de ce principe : 1° aux corps prismatiques ou cylindriques à bases planes; 2° aux mêmes corps dont les bases sont des surfaces quelconques; 3° à une section arbitraire d'un corps quelconque.

Ces deux Mémoires, dont le premier doit précéder ceux que l'Académie a reçus du même auteur, dans la séance du 15 janvier dernier, sont renvoyés, de même que ceux-ci, à l'examen de la Section de Mécanique.

M. **Toselli** soumet au jugement de l'Académie la description et les dessins d'un appareil auquel il donne le nom de « taupe marine ».

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière.)

M. A. **Brachet** adresse un complément à son précédent Mémoire sur une nouvelle lunette dioptique achromatique binoculaire.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Blouin** adresse une nouvelle Note relative à ses essais pour rendre le pétrole moins inflammable.

Cette Note sera renvoyée, comme la précédente, à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.

M. **Pigeon** adresse une nouvelle Note relative à la transmission du choléra et du typhus des bêtes à cornes.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

La Note adressée par M. *Houzeau*, dans la séance précédente, sur la « pré-

paration de l'ozone à l'état concentré », est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Fremy, Edm. Becquerel, Cahours, Larrey, P. Thenard.

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le troisième fascicule du « Traité du développement de la fleur et du fruit », par M. *H. Baillon;*

2° Un Mémoire de M. *Bourget*, intitulé : « Théorie des machines à air chaud »;

3° Une brochure de M. *Martin de Brettes*, relative à un système de canons de campagne, dont la portée serait moitié plus grande que celle des canons actuels.

Ces deux derniers ouvrages seront renvoyés à la Section de Mécanique.

M. l'Inspecteur général de la navigation de la Seine adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1871.

Les plus hautes eaux ont été observées, les 16 février et 2 mai, au pont Royal, à $3^m,60$, et au pont de la Tournelle, à $2^m,75$; les plus basses, au pont Royal, le 20 décembre, à $0^m,28$, et au pont de la Tournelle, les 8 et 9 juin, à $0^m,60$ au-dessous du zéro. La moyenne a été de $1^m,87$ au pont Royal, et de $0^m,40$ au pont de la Tournelle.

M. Jurien de la Gravière transmet à l'Académie une demande faite par M. *Héraud*, sous-ingénieur hydrographe de la Marine, qui désire être compris dans le personnel des expéditions scientifiques qui seront chargées d'observer le passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Bourget prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Mécanique, par suite du décès de M. *Piobert*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Levasseur**, au nom de la Commission de Géographie, adresse à l'Académie une épreuve des programmes de l'enseignement géographique, tels qu'ils ont été rédigés par cette Commission. Avant de transmettre son travail à M. le Ministre de l'Instruction publique, la Commission désire recueillir les observations qui pourraient lui être adressées sur les diverses parties de ces programmes.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

PLASTICODYNAMIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation aux dérivées partielles des cylindres isostatiques produits dans un solide homogène et ductile.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« D'après le résultat qu'on voit à la fin de ma précédente Communication à l'Académie (22 janvier 1872, *Comptes rendus*, p. 242), une famille $f(x, y) = \rho$ de cylindres isostatiques, dans un solide homogène et ductile soumis à des déformations planes, est caractérisée par l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$(p^2 - q^2)(r - t) + 4pqs = 0, \tag{1}$$

où $p, q, r, s, t$ désignent respectivement les dérivées $\frac{d\rho}{dx}, \frac{d\rho}{dy}, \frac{d^2\rho}{dx^2}, \frac{d^2\rho}{dx\,dy}, \frac{d^2\rho}{dy^2}$. Prenons $p$ et $q$, au lieu de $x$ et $y$, pour variables indépendantes. En différentiant par rapport à $x$ les identités $x = x$, $y = y$, dans les seconds membres desquelles $x$ et $y$ sont supposés fonctions de $p$ et $q$, il vient les deux relations

$$1 = \frac{dx}{dp} r + \frac{dx}{dq} s, \quad 0 = \frac{dy}{dp} r + \frac{dy}{dq} s :$$

celles-ci, résolues par rapport à $r$ et $s$, donnent, si R désigne l'inverse du déterminant, $\frac{dx}{dp}\frac{dy}{dq} - \frac{dx}{dq}\frac{dy}{dp}$, les deux premières des quatre formules de transformation

$$r = \mathrm{R}\frac{dy}{dq}, \quad s = -\mathrm{R}\frac{dy}{dp}, \quad s = -\mathrm{R}\frac{dx}{dq}, \quad t = \mathrm{R}\frac{dx}{dp}. \tag{2}$$

» La seconde et la troisième comparées montrent que $x$ et $y$ sont les deux dérivées respectives en $p$ et $q$ d'une même fonction $\varpi$, ou qu'on a

$$x = \frac{d\varpi}{dp}, \quad y = \frac{d\varpi}{dq}; \tag{3}$$

ensuite, les valeurs (2) de $r$, $s$, $t$ changent (1) en

$$(4) \qquad (p^2 - q^2)\left(\frac{d^2\varpi}{dp^2} - \frac{d^2\varpi}{dq^2}\right) + 4pq\frac{d^2\varpi}{dp\,dq} = 0.$$

» Pour rendre cette équation intégrable, substituons encore à $p$ et $q$ deux autres variables indépendantes $h$ et $\alpha$, définies par les relations

$$(5) \qquad p = h\cos\alpha, \quad q = h\sin\alpha, \quad \text{ou} \quad h = +\sqrt{p^2+q^2}, \quad \tang\alpha = \frac{q}{p};$$

on voit que $h$ est le paramètre différentiel du premier ordre de la famille des cylindres considérés, et $\alpha$ l'angle que leur normale $(x, y)$ fait avec les $x$ positifs. Il résulte de l'article déjà cité que ces deux quantités définissent complétement l'état de chaque élément de volume du corps au point de vue des pressions qui y sont exercées : considérées comme variables indépendantes, ce sont deux coordonnées caractérisant chaque état dynamique possible, tout comme leurs deux fonctions $x$ et $y$ sont deux coordonnées caractérisant le point du corps où cet état existe.

» Des deux dernières (5) on déduit

$$(6) \qquad \frac{dh}{dp} = \cos\alpha, \quad \frac{dh}{dq} = \sin\alpha, \quad \frac{d\alpha}{dp} = -\frac{\sin\alpha}{h}, \quad \frac{d\alpha}{dq} = \frac{\cos\alpha}{h};$$

ces formules donnent ensuite aisément les expressions suivantes, en fonctions de $\alpha$ et $h$, des dérivées successives de $\varpi$ par rapport à $p$ et $q$ :

$$(7) \qquad \begin{cases} x = \dfrac{d\varpi}{dp} = -\dfrac{d\varpi}{d\alpha}\dfrac{\sin\alpha}{h} + \dfrac{d\varpi}{dh}\cos\alpha, \quad y = \dfrac{d\varpi}{dq} = \dfrac{d\varpi}{d\alpha}\dfrac{\cos\alpha}{h} + \dfrac{d\varpi}{dh}\sin\alpha, \\ \dfrac{d^2\varpi}{dp^2} = \ldots, \quad \dfrac{d^2\varpi}{dp\,dq} = \ldots, \quad \dfrac{d^2\varpi}{dq^2} = \ldots. \end{cases}$$

» Si l'on porte dans (4) ces valeurs des dérivées secondes de $\varpi$ en $p$ et $q$, et si l'on observe que $p^2 - q^2 = h^2\cos\alpha$, $2pq = h^2\sin 2\alpha$, il vient enfin l'équation linéaire et intégrable

$$(8) \qquad \frac{d^2\varpi}{d\alpha^2} = h^2\frac{d^2\varpi}{dh^2} - h\frac{d\varpi}{dh}.$$

» Lorsque $\varpi$ sera obtenu en $\alpha$ et $h$, les deux premières (7) fourniront $x$ et $y$ exprimés au moyen de $\sin\alpha$, $\cos\alpha$ et de $\frac{1}{h}\frac{d\varpi}{d\alpha}$, $\frac{d\varpi}{dh}$.

» Une intégrale simple de l'équation (8) est

$$(9) \qquad \varpi = \left(A e^{\alpha\sqrt{n^2-1}} + B e^{-\alpha\sqrt{n^2-1}}\right)\left(C h^{1+n} + D h^{1-n}\right),$$

où A, B, C, D, $n$ représentent cinq constantes arbitraires, réelles ou imaginaires. En y faisait $n = m\sqrt{-1}$, $D = \pm C$, $B = \pm A$, elle devient de l'une des quatre formes

$$(10) \qquad \varpi = \mathrm{M}h \underset{\cos}{\overset{\sin}{\text{ou}}} (\alpha\sqrt{1+m^2}) \underset{\cos}{\overset{\sin}{\text{ou}}} (m \log h).$$

» L'intégrale générale (8) sera une somme d'intégrales pareilles à (9) ou pareilles à (10). Celles-ci se prêteront mieux, en général, à l'expression des conditions spéciales aux surfaces limites. Supposons, par exemple : 1° que, pour toute valeur de $\alpha$, $\log h$ varie entre deux limites fixes $\log h_0$ et $\log h_0 + b$; 2° que $\frac{d\varpi}{d\alpha} = 0$ à ces deux limites; 3° enfin que, pour $\alpha = 0$, les deux coordonnées $x$ et $y$, alors respectivement égales, d'après (7), à $\frac{d\varpi}{dh}$ et à $\frac{1}{h}\frac{d\varpi}{d\alpha}$, vaillent deux fonctions données $F(h')$ et $F_1(h')$ de la variable $h' = \log h - \log h_0$. On satisfera aux deux premières conditions en prenant, si $i$ désigne successivement tous les nombres entiers et positifs,

$$(11) \quad m = \frac{i\pi}{b}, \quad \varpi = h \sum_{i=1}^{i=\infty} \left[ \mathrm{M} \frac{\sin(\alpha\sqrt{1+m^2})}{\sqrt{1+m^2}} + \mathrm{N}\cos(\alpha\sqrt{1+m^2}) \right] \sin mh';$$

et l'on devra avoir, pour $\alpha = 0$,

$$(12) \quad \frac{1}{h}\frac{d\varpi}{d\alpha} = \sum \mathrm{M}\sin mh' = F_1(h'), \quad \frac{d\varpi}{dh} = \sum \mathrm{N}\sin mh' + \frac{d}{dh'}\sum \mathrm{N}\sin mh' = F(h').$$

» Pour que le second membre de la première (12) vaille $F_1(h')$ ($h'$ étant compris entre 0 et $b$), il suffit de prendre, d'après une série trigonométrique connue,

$$(13) \qquad \mathrm{M} = \frac{2}{b}\int_0^b F_1(h') \sin mh' . dh'$$

» Quant à la seconde (12), intégrée par rapport à $\Sigma \mathrm{N} \sin mh'$, elle devient

$$(14) \qquad \sum \mathrm{N}\sin mh' = e^{-h'}\left[\text{const.} + \int_0^{h'} e^{h'} F(h')\, dh'\right].$$

» On peut faire nulle la constante qui paraît dans cette expression de U, car rien ne sera changé aux dérivées de $\varpi$ en $h$ et $\alpha$, ni, par suite, aux expressions cherchées de $x$ et de $y$, si l'on ajoute à $\varpi$ une constante quelconque, de manière à avoir, pour $\alpha = 0$ et $h'$ très-voisin de zéro, $\varpi = 0$, c'est-à-dire, d'après (11), $\Sigma \mathrm{N} \sin mh' = 0$. On satisfera donc à (14), d'après

la même série trignonométrique, en prenant

$$(15)\qquad N = \frac{2}{b}\int_0^b e^{-h'}\left[\int_0^{h'} e^{h'} F(h')\,dh'\right]\sin m h'.dh'.$$

» Si $\log h$ variait de $-\infty$ à $\infty$ et que $x$ et $y$ dussent se réduire, pour $\alpha = 0$, à deux fonctions données $F(h')$ et $F_1(h')$ de $h' = \log h$, on trouverait de même, en appliquant la formule de Fourier,

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} \varpi = \frac{h}{\pi}\int_0^{\infty} dm \int_{-\infty}^{\infty} \Bigg\{ & \frac{\sin(\alpha\sqrt{1+m^2})}{\sqrt{1+m^2}} F_1(\xi) \\ & + \cos(\alpha\sqrt{1+m^2}) e^{-\xi}\left[\int_0^{\xi} e^{h'} F(h')\,dh'\right]\Bigg\} \cos m(h'-\xi)\,d\xi. \text{ »} \end{aligned}\right.$$

ACOUSTIQUE. — *Sur les intervalles musicaux mélodiques.* Note de **MM. A. Cornu** et **E. Mercadier**, présentée par M. Jamin.

« Dans nos précédentes Communications (1), nous avons montré qu'on peut déterminer les constantes de l'acoustique musicale par une méthode expérimentable autographique, et, par suite, absolument indépendante des opinions et de l'oreille de l'observateur. Nous avons obtenu ainsi, par l'inscription directe de fragments de mélodie, les valeurs des intervavalles de la gamme que nous avons appelée *mélodique* tels que les exécutaient les musiciens qui ont bien voulu nous prêter leur concours.

» La méthode employée (2) nous paraît irréprochable. La seule objection qu'on pût faire était que les exécutants n'avaient pas une notoriété suffisante pour que la justesse de leur jeu fût à l'abri de toute contestation. Nous venons aujourd'hui lever cette objection.

» Nous avons eu la bonne fortune, par l'intermédiaire de M. Ch. Meerens, musicien distingué de Bruxelles qui est venu répéter avec nous nos expériences, de pouvoir en faire deux nouvelles séries avec le concours de deux artistes éminents, M. Léonard, violoniste belge, et M. Séligmann, violoncelliste, bien connus dans le monde artistique pour la correction de leur jeu : nous ne saurions trop les remercier de l'obligeance avec laquelle ils

---

(1) Voir les *Comptes rendus* des 8 et 22 février 1869 et 17 juillet 1871.

(2) Le principe de cette méthode, exposée dans le numéro du 17 juillet 1871, consiste à transmettre les vibrations de l'instrument de musique, par l'intermédiaire d'un fil métallique, à une barbe de plume qui les inscrit sur un cylindre de papier enfumé.

ont bien voulu jouer à plusieurs reprises les fragments de mélodie, objet de nos premières expériences (1). Les graphiques obtenus, au nombre de 15, sont remarquables par la régularité du tracé représentant les vibrations des instruments : le tableau suivant en est le relevé; nous lui donnons une forme identique à celle de nos tableaux précédents.

| | Ut. | Ré. | Mi. | Fa. | Sol. | La. | Si. | Ut. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Violon........ | 1,000 | » | 1,268 | 1,327 | » | » | » | » |
| | » | » | 1,272 | 1,331 | 1,511 | » | » | » |
| | » | » | 1,272 | » | » | » | » | » |
| | » | » | 1,268 | » | » | » | 1,919 | » |
| | » | 1,127 | » | » | » | 1,692 | 1,912 | » |
| | » | 1,133 | » | » | » | 1,693 | 1,918 | » |
| | » | » | » | » | » | » | 1,919 | » |
| | » | 1,127 | 1,265 | » | » | » | » | » |
| | » | » | 1,268 | » | » | » | » | » |
| | » | » | 1,261 | » | » | 1,681 | » | » |
| | » | » | 1,261 | » | » | » | » | » |
| | » | 1,127 | 1,261 | » | » | » | » | » |
| | » | 1,122 | 1,265 | » | 1,495 | » | » | » |
| | » | 1,128 | 1,263 | » | » | » | » | » |
| Violoncelle.... | » | » | 1,255 | 1,325 | 1,500 | » | » | » |
| | » | » | 1,266 | » | » | » | » | » |
| | » | » | 1,274 | 1,332 | 1,512 | » | » | » |
| | » | » | 1,268 | » | » | » | » | » |
| | » | » | 1,259 | 1,328 | 1,500 | » | » | » |
| | » | » | » | 1,332 | » | » | » | » |
| | » | » | 1,270 | » | 1,494 | 1,674 | » | » |
| | » | » | 1,265 | » | 1,495 | 1,678 | » | » |
| | » | » | 1,262 | » | 1,496 | 1,688 | » | » |
| Moyennes............ | | 1,127 | 1,265 | 1,329 | 1,500 | 1,686 | 1,917 | » |
| Valeurs pythagoriciennes. | | 1,125 | 1,266 | 1,333 | 1,500 | 1,687 | 1,898 | » |
| Gamme dite *naturelle*... | | 1,125 | 1,250 | 1,333 | 1,500 | 1,666 | 1,875 | » |
| Valeurs du comma..... | | 0,014 | 0,016 | 0,017 | 0,019 | 0,021 | 0,024 | » |

» Si l'on calcule, en fraction de comma, les différences entre ces valeurs et les moyennes correspondantes, on trouve des écarts *maximum* variant de $\frac{1}{3}$ à $\frac{3}{5}$ de comma en plus ou en moins; les moyennes de ces écarts sont

(1) Ces mélodies étaient tirées : 1° d'un chœur du deuxième acte de *Guillaume Tell* sur les paroles : « Au sein de l'onde qui rayonne »; 2° d'un air du deuxième acte de *la Juive* sur les paroles : « O Dieu de nos pères... »; nous avons, dans ces nouvelles expériences, ajouté les premières mesures de l'andante de la Symphonie en ut mineur de Bethoveen.

plus petites que $\frac{1}{3}$ de comma : on ne peut exiger plus de précision dans les expériences de ce genre.

» Les résultats de ce tableau, comme ceux de nos séries précédentes, concordent avec les valeurs des intervalles de la gamme pythagoricienne.

» Toutefois, l'intervalle de septième est supérieur de $\frac{5}{8}$ de comma environ à la valeur pythagoricienne. Ce résultat est à remarquer, parce qu'il paraît mettre en évidence un fait bien connu des musiciens, à savoir que, dans le cas où la note *sensible* (si) se résout sur la tonique (ut) (c'est précisément ce qui s'est présenté dans les quatre cas où nous avons obtenu des intervalles de septième), elle est notablement plus élevée que dans le mouvement inverse. Cette question mérite d'ailleurs un examen spécial et approfondi que nous faisons en ce moment, le nombre de valeurs obtenues jusqu'ici étant insuffisant pour la résoudre.

» En résumé, ces nouvelles déterminations, que le concours de deux artistes éminents rend vraiment précieuses, confirment, d'une manière indiscutable, nos conclusions antérieures sur la dualité de nos impressions musicales : il existe réellement deux systèmes d'intervalles musicaux; les uns employés en *harmonie*, les autres en *mélodie*. Les observations précédentes prouvent qu'un musicien exécutant un solo emploie les intervalles de la *gamme pythagoricienne*, qu'on peut appeler *gamme de la mélodie sans modulations.* »

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'induction produits dans les masses polaires de l'appareil de Foucault.* Note de **M. J. Violle.**

« En réponse à la Note de M. Favre du 11 septembre dernier, M. Jacobi a, dans la dernière séance, donné communication à l'Académie d'expériences faites avec l'appareil de Foucault et desquelles il résulte que des courants induits se développent dans les masses polaires de l'électro-aimant quand la vitesse du disque croît ou diminue, et que ces courants disparaissent quand la vitesse du mouvement devient uniforme. Ce dernier résultat est précisément celui auquel je suis arrivé, il y a près de deux ans, dans le travail que j'ai exécuté à l'aide du même appareil de Foucault pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur et qui, publié par extrait dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus*, en mai et juillet 1870, a paru dans les *Annales de Chimie et de Physique* (septembre 1870). Je demande à l'Académie la permission de rappeler ce que je disais alors sur ces courants d'induction:

« Dans l'appareil de Foucault, le mouvement ne se transforme en chaleur qu'à l'aide de

l'électricité. L'action immédiate de l'électro-aimant sur le disque en mouvement est d'y développer, par induction, des courants électriques; et ce sont ces courants qui échauffent le disque. Mais, s'il est vrai que le travail dépensé pour maintenir le disque en mouvement se retrouve tout entier sous la forme d'électricité, est-il certain que toute cette électricité se transforme en chaleur? Pour que cela soit, il faut que le seul effet produit par ces courants soit l'échauffement du disque, et si ces courants, enfermés dans le disque, ne peuvent causer ici ni phénomènes lumineux, ni phénomènes mécaniques perturbateurs, n'a-t-on pas à craindre qu'ils ne donnent naissance à des phénomènes d'induction, en créant, par influence, des courants électriques dans les deux masses polaires de l'électro-aimant. C'est ce que j'ai cherché à reconnaître directement. Les expériences que j'ai instituées à cet effet m'ont prouvé que, dans les conditions où je me suis placé, cette cause d'erreur, si elle existe, est complétement inappréciable. La raison de ce fait me semble au surplus évidente : à chaque expérience, dès que le disque a atteint la vitesse uniforme que l'on maintient ensuite pendant toute la durée de la rotation, les courants électriques développés par induction dans ce disque conservent une intensité constante et gardent dans l'espace une position invariable. On peut donc considérer ces courants, sur la forme et la distribution desquels je ne préjuge rien d'ailleurs, comme absolument fixes dès que l'équilibre est obtenu, et c'est le déplacement de la matière du disque, par rapport à ces courants, qui détermine l'échauffement observé. Mais si les courants ne changent ni d'intensité, ni de position, il ne doit y avoir aucun effet d'induction produit sur les masses conductrices extérieures, ainsi que l'expérience me l'a montré. »

» Voici comment on a opéré : on a fait tourner les disques de cuivre, soit dans les conditions ordinaires, soit en présence des masses métalliques additionnelles, et l'on a mesuré, pour une même vitesse de rotation, le travail dépensé et la chaleur dégagée dans chaque cas. Les masses métalliques additionnelles que l'on a employées tour à tour étaient :

» 1° Une masse de plomb pesant 900 grammes; dans cette masse était pratiquée une échancrure ayant pour profondeur le rayon du disque de cuivre, et recevant, par conséquent, une portion notable du disque, car la hauteur de la masse n'était guère moindre que le rayon du disque;

» 2° Deux masses de plomb pesant chacune 900 grammes; ces deux masses pouvaient être placées, l'une d'un côté du disque, l'autre de l'autre côté, et cachaient presque complétement la moitié du disque non comprise entre les surfaces de l'électro-aimant; 3° une masse de cuivre du poids de 560 grammes; cette masse, en forme de fer à cheval, embrassait aussi étroitement le disque. Un courant d'intensité constante animait l'électro-aimant.

» Le disque était mis en mouvement par un poids qui était attaché à un fil enroulé sur l'axe. Le déroulement d'une même longueur de fil sous une charge de 50 grammes, a demandé les temps suivants :

| Rien. | 1 masse de plomb. | 2 masses de plomb. | Masse de cuivre. |
|---|---|---|---|
| $121^s,8$ | $122^s,2$ | $121^s,6$ | $121^s,6$ |

Moyenne.............. $121^s,8$

» La vitesse n'est donc pas sensiblement altérée par la présence de masses additionnelles : il en est, par suite, de même du travail. La même égalité s'observe pour les quantités de chaleur dégagées dans les diverses conditions : voici, en effet, les nombres obtenus avec une vitesse de douze tours de manivelle à la minute, cette vitesse étant maintenue pendant cinq ou dix minutes :

| | Rien. | 1 masse de plomb. | 2 masses de plomb. | Masse de cuivre. |
|---|---|---|---|---|
| 5 minutes..... | 1,655 | 1,655 | 1,655 | 1,650 |
| | 1,660 | 1,660 | 1,660 | 1,660 |
| | 1,660 | 1,655 | 1,660 | » |
| Moy.... | 1,658 | 1,657 | 1,658 | 1,650 |
| 10 minutes..... | 2,265 | 2,265 | 2,265 | » |
| | 2,265 | 2,275 | 2,265 | » |
| Moy.... | 2,265 | 2,270 | 2,265 | » |

» L'effet des masses additionnelles est donc insensible, et comme ces masses sont placées de façon à avoir une action tout à fait comparable à celle des masses polaires, on doit conclure que ces masses polaires ne sont elles-mêmes le siége d'aucun phénomène perturbateur.

» Je suis heureux que les expériences de M. Jacobi, exécutées par une tout autre méthode, soient venues confirmer ces résultats, et montrer définitivement, que, contrairement aux doutes émis par Joule, et reproduits bien souvent depuis, *dès que la vitesse du mouvement du disque dans l'appareil de Foucault est devenue uniforme, il ne circule pas de courants d'induction dans les masses polaires de l'électro-aimant, il n'y a pas réaction du disque sur l'électro-aimant.* »

PHYSIQUE. — *Sur les raies du spectre solaire.* Note de **M. Peslin**, présentée par M. Daubrée.

« Les carrés des longueurs d'ondulation correspondantes aux raies du spectre solaire présentent souvent des rapports très-simples. Ainsi, en comparant les raies B, F et H, nous trouvons, entre les carrés de leurs longueurs

d'ondulation $(l_b)$, $(l_f)$, $(l_h)$, les rapports suivants :

$$(l_f)^2 = \frac{1}{2}(l_b)^2, \quad (l_h)^2 = \frac{2}{3}(l_f)^2 = \frac{1}{3}(l_b)^2.$$

» A la même série peut être rattachée la troisième raie de l'hydrogène, raie $\gamma$ du spectre; comparée à la raie F, deuxième raie de l'hydrogène, elle donne

$$(l_\gamma)^2 = \frac{4}{5}(l_f)^2.$$

» Les vérifications expérimentales sont très-précises. Je les donne dans le tableau suivant, qui présente, en regard des valeurs théoriques déterminées au moyen de $(l_f) = 486,25$, les valeurs expérimentales mesurées par Angström et Van der Willingen :

| | Valeurs théoriques. | Angström. | Van der Willingen. |
|---|---|---|---|
| $(l_b)$............. | 687,66 | 687,50 | 687,48 |
| $(l_f)$............. | 486,25 | 486,50 | 486,39 |
| $(l_\gamma)$............. | 434,91 | 434,30 | 434,28 |
| $(l_h)$............. | 397,02 | 397,20 | 397,13 |

» La raie du sodium D peut être prise pour point de départ d'une autre série, qui comprend les raies A et E du spectre; nous avons, en effet, les rapports

$$(l_d)^2 = \frac{3}{5}(l_a)^2, \quad (l_e)^2 = \frac{4}{5}(l_d)^2.$$

» La raie G peut également être rattachée à la raie E; car, comparée à cette raie suivant notre méthode, elle donne le rapport

$$(l_g)^2 = \frac{2}{3}(l_e)^2.$$

» Les vérifications expérimentales sont aussi précises que les précédentes. Je prends pour $(l_d)$ la moyenne des chiffres donnés pour les raies très-voisines $D_1$ et $D_2$, dans lesquelles la raie du sodium se dédouble; en partant, pour le calcul des valeurs théoriques, de $(l_d) = 589,60$, j'obtiens le tableau suivant :

| | Valeurs théoriques. | Angström. | Van der Willingen. |
|---|---|---|---|
| $(l_a)$............. | 761,17 | 761,20 | 760,92 |
| $(l_d)$............. | 589,60 | 589,70 | 589,56 |
| $(l_e)$............. | 527,35 | 527,40 | 527,24 |
| $(l_g)$............. | 430,58 | 431,00 | 431,12 |

» Les seules raies importantes du spectre solaire, non comprises dans

les deux tableaux précédents, sont celles que l'on désigne par C, $b$ et $H_2$. La raie $H_2$ peut être dérivée de la raie D par la relation $L = \frac{2}{3}(l_d)$, qui donne $L = 393,07$, au lieu de 393,6 (Angström), ou de 393,76 (Van der Willingen). La raie $b$ peut aussi être dérivée de la raie B par la relation $L = \frac{3}{4}(l_b)$, qui donne $L = 515,75$, au lieu de 517,70 (Angström), ou de 517,51 (Van der Willingen). Quant à la raie C, première raie de l'hydrogène, on a depuis longtemps indiqué la relation $(l_c) = \frac{4}{3}(l_f)$, qui la rattacherait à la raie F, deuxième raie de l'hydrogène; mais l'approximation est grossière (648,33 au lieu de 656,80 ou de 656,56). Notre système nous offre un rapport plus approximatif, qui la rattacherait aux raies A et D :

$$(l_c)^2 = \frac{3}{4}(l_a)^2 = \frac{5}{4}(l_d)^2;$$

toutefois, la valeur théorique ainsi obtenue $(l_c) = 659,19$ diffère encore trop des valeurs expérimentales 656,80 (Angström) ou 656,56 (Van der Willingen), pour qu'on puisse regarder la dérivation comme certaine. Toutefois, on peut remarquer que la relation $(l_c)^2 = \frac{5}{4}(l_d)^2$ devient rigoureuse, si à la ligne moyenne des raies obscures $D_1$ et $D_2$ on substitue la raie brillante $D_3$, que les protubérances solaires présentent à côté des raies de l'hydrogène C, F et $\gamma$.

» Notre système de comparaison des raies du spectre n'est pas en contradiction avec la théorie. Pour les vibrations qui s'effectuent suivant une coordonnée unique, telles que les vibrations transversales ou longitudinales des cordes flexibles, ou les vibrations de l'air dans les instruments à vent, la théorie mathématique de l'élasticité confirme la loi expérimentale de l'acoustique, que toutes les vibrations élémentaires coexistantes ont des longueurs d'ondulation en rapport simple. Mais elle montre que cette loi cesse d'être vraie dès que les déplacements moléculaires n'ont pas une direction constante dans le corps vibrant; et celle qui la remplace pour le cas général, par exemple pour la vibration du prisme élastique soumis à un déplacement initial quelconque, c'est que les carrés des longueurs d'ondulation des vibrations élémentaires qui se superposent sont dans un rapport simple. »

CHIMIE. — *Sur la sursaturation de la solution de chlorure de sodium.* Note de **M. L.-C. de Coppet**, présentée par M. Wurtz.

« Déjà en 1788, Blagden a observé que la solution de chlorure de sodium, refroidie au-dessous de zéro, peut se sursaturer. Plus récemment, M. Schrœder (1) a préparé la solution sursaturée de ce sel en refroidissant jusqu'au-dessous de 10 degrés C., dans un vase bouché avec du coton, la solution saturée à chaud. Celle-ci était préalablement filtrée et chauffée jusqu'à ébullition, afin d'enlever ou de dissoudre les parcelles de sel solide qui auraient pu rester suspendues dans le liquide et provoquer la cristallisation pendant le refroidissement.

» J'ai observé la sursaturation de la solution de chlorure de sodium dans les conditions suivantes : une solution saturée à chaud a été refroidie dans un mélange réfrigérant à une assez basse température; elle se trouvait dans un vase ouvert, librement exposée à l'action des poussières de l'air, et en présence d'un grand excès de chlorure de sodium solide; pendant le refroidissement, elle était constamment agitée avec un thermomètre. Il s'est déposé du sel pendant le premier refroidissement, mais je ne sais si ce dépôt a continué lorsque la température s'est abaissée au-dessous de zéro; celle-ci était encore de quelques degrés plus élevée que le point de congélation de la solution normalement saturée (— 21°,5 C. environ), lorsque, tout à coup, la solution s'est prise en une masse cristalline si compacte qu'il a été difficile d'en retirer le thermomètre qui servait d'agitateur.

» Les cristaux qui se sont ainsi formés subitement étaient probablement l'hydrate $NaCl, 2H^2O$.

» On sait que l'hydrate $NaCl, 2H^2O$ est très-instable à la température ordinaire. Il se dédouble, après un certain temps, en cristaux cubiques anhydres et en eau. Cette décomposition a toujours lieu immédiatement (à la température ordinaire) au contact de la plus petite parcelle de chlorure de sodium ordinaire (anhydre); très-souvent aussi, elle se produit subitement, sans cause apparente.

» D'après l'observation dont j'ai parlé, il paraîtrait que, *à des températures inférieures à zéro*, l'hydrate $NaCl, 2H^2O$ *ne se décompose pas* au contact du chlorure de sodium ordinaire. En tout cas, on voit que la présence de ce dernier à l'état solide n'empêche pas la solution de se sursa-

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CIX, p. 46.

turer, et qu'il n'est indispensable ni de filtrer, ni d'opérer le refroidissement en vase clos.

» Afin de comparer la concentration de la solution sursaturée à celle des eaux mères après la cristallisation, j'ai refroidi, dans une fiole bouchée avec du coton, une solution de chlorure de sodium saturée vers 100 degrés. La fiole fut plongée d'abord dans de l'eau froide, puis dans un mélange réfrigérant à —14 degrés C. Pendant le premier refroidissement, il se forma, à la surface du liquide, des cristaux cubiques, dus sans doute à l'évaporation, qui tombèrent au fond de la fiole lorsque celle-ci fut agitée. Un thermomètre qui plongeait dans la solution marquait, depuis plusieurs minutes, —14 degrés C., lorsqu'une portion du liquide, parfaitement limpide, fut versée dans un vase taré pour servir au dosage de la solution sursaturée. Quelques minutes plus tard, il y eut formation subite de cristaux transparents abondants, et le thermomètre, qui marquait toujours —14 degrés, s'éleva rapidement jusqu'à —11°,5, pour retomber ensuite lentement à —14 degrés. Un peu plus tard encore, il y eut cristallisation subite dans la portion de la solution versée dans le vase taré, quoique sa température eût dû, dans l'intervalle, s'être élevée considérablement. Après que les cristaux nouvellement formés eurent eu le temps de se déposer au fond de la fiole, une portion du liquide, parfaitement limpide, fut versée dans un second vase taré. Ensuite la fiole fut placée dans de la glace fondante et agitée de temps en temps. Le thermomètre, dans la solution, marquait zéro depuis plus d'une heure, lorsqu'une troisième portion du liquide fut enlevée de la fiole. Le dosage achevé, il se trouva que, pour 100 parties d'eau, la solution contenait, en chlorure de sodium anhydre :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 36,4 | parties | à —14°C., | avant la cristallisation subite. |
| 32,5 | » | à —14°, | après la cristallisation subite. |
| 35,7 | » | à 0°, | après la cristallisation subite. |

» La solution saturée de chlorure de sodium contient 32,7 parties de NaCl à —15 degrés C., et 35,5 parties à zéro (Poggiale). Ces chiffres se rapportent, comme on voit, à la solubilité du chlorure de sodium hydraté, et non à celle du sel anhydre. D'après M. Mulder, la solubilité à zéro est 35,7, ce qui est le chiffre que j'ai trouvé. La solution contenant 36,4 parties de sel, correspond à une solution saturée de chlorure de sodium ordinaire à +35 degrés C. environ (voir la *Table de solubilité* de M. Mulder (1).

(1) *Scheikundige verhandelingen, derde deel, derde stuk*, p. 37. Rotterdam, 1864.

» La facilité avec laquelle la solution de chlorure de sodium peut se sursaturer explique comment certains auteurs ont pu croire que la solubilité de ce sel était la même à toutes les températures, et comment d'autres ont admis qu'elle était plus grande à zéro qu'à la température ordinaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur les analyses des gaz du sang; influence de l'eau.* Note de **MM. A. Estor** et **C. Saint-Pierre**, présentée par M. Cl. Bernard.

« I. Dans nos expériences antérieures sur les gaz du sang, nous avons constamment trouvé des nombres comparables, quand on prend le sang dans un même point du système artériel. Nous avons donné, pour le sang du chien, les moyennes ci-après :

| | | |
|---|---|---|
| Artère rénale............ | 18,22 cc | pour 100. |
| Artère splénique.......... | 14,38 | » |
| Artère crurale............ | 7,62 | » |

» Ces nombres ont été obtenus avec les principales méthodes d'analyse des gaz du sang, savoir : l'extraction par le vide seul (pompe à mercure), par l'oxyde de carbone (Cl. Bernard), par l'oxyde de carbone et le vide combinés.

» Ces nombres sont concordants avec ceux qu'avait indiqués avant nous M. Cl. Bernard, et avec ceux qui ont été trouvés après nous par de nombreux expérimentateurs.

» II. Cependant, dans quelques travaux publiés en Allemagne, il a été donné des nombres, obtenus par le procédé de Ludwig, qui s'éloignent notablement des nôtres. Nous nous sommes appliqués à rechercher la cause de ces divergences. Dans ce but, nous avons fait successivement varier tous les éléments de l'expérimentation.

» Nous nous sommes assurés que les résultats sont concordants avec ceux de nos expériences : 1° quelle que soit la proportion d'oxyde de carbone; 2° quelle que soit la température; 3° quelle que soit la durée de l'action de l'oxyde de carbone ou du vide.

» Il semblait que nous avions épuisé les diverses conditions du problème, lorsque nous avons remarqué que, par la manière d'opérer des auteurs allemands, le sang se trouve nécessairement mélangé à une certaine proportion d'eau. C'est sur ce point qu'ont porté alors nos investigations.

» III. Nous avons pris du sang de l'artère crurale du chien, à l'aide d'une seringue graduée. Une moitié a été traitée directement par le procédé

de M. Cl. Bernard. L'autre moitié a été introduite dans un appareil, que nous décrirons ailleurs, où elle s'est trouvée mélangée avec deux fois son volume d'eau distillée, bouillie, et avec deux fois son volume d'oxyde de carbone. Le procédé de M. Cl. Bernard nous a donné, comme toujours, des nombres variant de 6,66 à 8,50 d'oxygène pour 100 volumes de sang.

» Au contraire, la partie de sang chauffée à l'ébullition avec cette addition d'eau a laissé dégager des quantités d'oxygène bien supérieures. Dans quatre expériences, nous avons obtenu, pour 100 volumes de sang de l'artère crurale du chien :

| | |
|---|---|
| Expérience I | 13,32 cc |
| Expérience II | 21,64 |
| Expérience III | 22,51 |
| Expérience IV | 20,64 |

» IV. Dans un Mémoire complet, nous donnerons les détails d'expérimentation qui ne sauraient trouver place ici. Aujourd'hui, nous n'insistons que sur ce fait : l'eau chaude ajoutée au sang et bouillie avec lui permet d'extraire des quantités d'oxygène plus considérables que celles que fournit le sang sans cette addition.

» Quant à la nature et à l'origine de l'oxygène du sang normal sur lequel ont porté nos précédentes recherches, et à celles de l'oxygène du sang dont les globules ont été dissous par l'eau, nous en ferons le sujet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la prévision de certains tremblements de terre.* Note de **M. Fron**, présentée par M. Delaunay.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« La liaison que présentent les phénomènes seïsmiques avec les tempêtes et les orages a été entrevue déjà. Arago, dans sa Notice sur le tonnerre; Poulet-Scrope, dans son livre sur les volcans; Bridet, Piddington, Keller, dans leurs études sur les cyclones, ont signalé quelques faits à l'appui de cette théorie. Moi-même, qui depuis huit années ai discuté et comparé les situations atmosphériques de chaque jour à la surface de l'Europe, je suis arrivé à ce résultat, que certaines conditions de l'atmosphère sont favorables aux tremblements de terre dans des régions spéciales de l'Europe; mais jusqu'ici je n'avais pas osé formuler à ce sujet de prévision directe.

» Mercredi dernier, 24 janvier, les conditions nécessaires à la produc-

tion de ces phénomènes me semblèrent réalisées; aussi la dépêche que j'adressais à midi, dans le sud de l'Europe, aux capitales Rome, Vienne, Constantinople, était-elle la suivante :

« Les mauvais temps se sont propagés par les bassins du Rhin et de Saône-Rhône; ils sévissent déjà en divers points au sud des Alpes, et vont s'étendre en prenant de la force sur côtes d'Italie et d'Illyrie. Grains, orages et tremblements de terre à craindre; perturbations magnétiques probables. »

» Le soir même, le torrent de la Brague détruisait le pont du chemin de fer près Antibes, et amenait la terrible catastrophe dont tous les journeux ont parlé (1). Le lendemain, jeudi, un fort tremblement de terre était signalé en Turquie et nous était connu par une dépêche télégraphique reçue le 26 au matin de M. Coumbary. Le P. Secchi constatait également des perturbations magnétiques à Rome.

» Je n'attache pas, pour ma part, plus d'importance qu'il n'en faut à cette prévision réalisée; je ne prétends nullement que tous les tremblements de terre sont dus à la même cause; mais, dans l'état actuel de la question, j'ai pensé qu'il ne serait pas indifférent à l'Académie de constater d'une manière aussi nette la relation qu'a présentée un tremblement de terre en Turquie, avec le passage d'une dépression barométrique considérable sur l'Angleterre et la mer du Nord, à l'autre extrémité de l'Europe. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Des méthodes qui concourent à démontrer la stratigraphie des météorites; par* **M. St. Meunier.**

« Démontrer que des météorites de types divers ont été en relations stratigraphiques, c'est-à-dire dérivent d'un même gisement originel, c'est fournir à la science une notion dont l'importance m'a paru assez grande pour réclamer le plus grand nombre possible de preuves. Dès à présent, quatre méthodes, complétement indépendantes entre elles, concourent à cette même démonstration. Je demande à l'Académie la permission de les résumer en quelques mots.

» 1° *Etude lithologique des brèches polygéniques.* — Les brèches renfermant des fragments juxtaposés de roches appartenant à des types divers, démontrent les relations stratigraphiques de ces types. Leur étude fournit ainsi la preuve de la communauté d'origine d'un très-grand nombre de ro-

---

(1) La région au sud des Alpes avait été déjà prévenue le 23 à midi de l'arrivée des mauvais temps.

ches cosmiques, normalement mélangées par exemple dans les brèches appelées : *déésite, mesminite, canellite, parnallite*, etc.

» 2° *Examen des passages minéralogiques entre divers types.* — Cette deuxième méthode consiste à prouver la relation de divers types, en montrant que, dans certains échantillons, ils passent insensiblement les uns aux autres. C'est le fait dont les roches terrestres nous donnent un si constant spectacle. Des passages de ce genre relient par exemple la montréjite à la stawropolite, la montréjite à la lucéite, la montréjite à la lymérickite, l'aumalite à la tadjérite, l'aumalite à la chantonnite, etc.

» 3° *Constatation de la coexistence, en fragments distincts, de divers types dans la même chute.* — On a vu, dans un précédent travail, comment la donnée de la communauté d'origine de la parnallite et de la bustite résulte de la coexistence de ces deux roches en fragments distincts, d'abord dans la chute de Trenzano, puis dans la chute de Sigena.

» 4° *Transformation de certains types en d'autres types.* — Enfin, la transformation artificielle de certains types en d'autres, en montrant que ces derniers dérivent naturellement des premiers, prouve par cela même leur communauté d'origine. C'est ainsi que la chantonnite et la tadjérite dérivent de l'aumalite, et que la butsurite, la béjalite et la stawropolite dérivent de la montréjite.

» *Conclusion.* — Il résulte de chacune de ces quatre méthodes d'investigation, que des météorites de types divers proviennent d'un même gisement, et par conséquent la notion de la *Stratigraphie météorique* peut être considérée comme définitivement acquise à la science, et par conséquent à l'astronomie physique. Car on ne saurait méconnaître le caractère astronomique de recherches qui tendent à démontrer l'ancienne existence d'un astre aujourd'hui disparu, et qui s'efforce d'en reconstituer les principaux éléments au moyen des débris que nous en avons. Ce sont évidemment des recherches astronomiques, quoique d'ailleurs elles appartiennent à une branche nouvelle d'astronomie, à la paléontologie sidérale qui, opérant sur des fossiles, savoir : les restes des corps célestes à reconstruire, doit nécessairement emprunter à la géologie ses méthodes, seules applicables à l'étude et à la mise en œuvre de documents de cette nature. Et comment n'être pas frappé de la gradation qui s'élève dans la série des moyens à l'aide desquels l'astronomie physique a réalisé des accroissements successifs? Les seuls procédés dont elle disposât à l'origine étaient fournis par la physique; de l'étude de la réfraction et de la polarisation que les astres faisaient éprouver à la lumière, on concluait l'état de ces astres. Plus tard,

la chimie est venue se mettre au service de l'astronomie; les spectres lumineux et l'analyse des météorites ont dévoilé la nature intime des substances entrant dans la composition des corps célestes. Enfin, voici que la géologie lui prête le concours de ses méthodes. Poursuivant en effet, sur des corps étrangers à la terre, l'étude qu'on eût pu croire applicable à notre seule planète des phénomènes clastiques, éruptifs et métamorphiques, elle montre que les météorites présentent les traces incontestables de ces trois sortes d'action, et c'est prouver que ces épaves proviennent d'un ou de plusieurs astres détruits où elles occupaient des positions analogues à celles qu'affectent entre elles, sur la terre, les roches dites normales, bréchiformes, éruptives et métamorphiques. »

M. **Vigneau** adresse, du Mans, une Note relative à des observations d'étoiles filantes, animées d'un mouvement hélicoïdal. L'auteur remarque que ces observations, faites à des époques diverses, sont toutes relatives à des météores observés dans le voisinage du méridien : il n'a jamais rien aperçu de semblable du côté de l'est.

Cette Note sera transmise à M. Le Verrier.

M. **Gaube** adresse une Note relative aux acides qui accompagnent les essences dans plusieurs familles botaniques.

D'après l'auteur, un grand nombre de plantes odorantes contiennent, avec leurs essences, un acide quelquefois plus énergique que l'acide carbonique, souvent odorant, et qui complète l'odeur des essences elles-mêmes.

M. **Kühling** adresse, de Saint-Pétersbourg, une Note relative à un procédé d'extinction des incendies, et à divers emplois des aréostats.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

---

## APPENDICE.

### *Réponse de* M. **Fremy** *à* M. Wurtz (1).

« L'observation de M. Wurtz me fait la plus grande peine, parce qu'elle

(1) La réponse de M. Fremy à M. Wurtz, ayant été reçue à l'imprimerie longtemps après l'heure réglementaire et alors que le *Compte rendu* était déjà mis en pages, n'a pu être placée qu'à la fin du présent numéro.

tend à faire croire que je veux m'approprier des idées qui ne m'appartiennent pas.

» Ma vie scientifique entière proteste contre une pareille accusation.

» Je me contenterai donc de déclarer ici que, dans mon Mémoire, *je n'ai pas dit un seul mot de la théorie de la fermentation fondée sur le mouvement d'un ferment entraînant le corps fermentescible dans sa décomposition.*

» Quand le temps sera venu de discuter cette question, je parlerai alors des opinions de M. Liebig sur les fermentations, que j'expose toujours avec le plus grand soin dans mes cours, et je rappellerai que la théorie de la fermentation fondée sur un entraînement chimique se trouve déjà dans les écrits de van Helmont et de Stahl, comme nous l'ont appris les belles publications de notre illustre confrère M. Chevreul, sur l'histoire de la Chimie. »

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 janvier 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères; par* MM. H.-Milne EDWARDS *et* Alp.-Milne EDWARDS; 9e liv. Paris, 1872; in-4°, texte et planches.

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse;* t. II, III. Toulouse, 1870, 1871; 2 vol. in-8°.

*La Science des religions; par* M. E. BURNOUF, *directeur de l'École française d'Athènes.* Paris, 1872; 1 vol. in-8°.

*Dépêches par pigeons voyageurs pendant le siége de Paris. Mémoire sur la section photographique et administrative du service de ces dépêches; par* M. DE LAFOLLYE. Tours, 1871; br. in-18.

*Le Darwinisme; par* M. E. FERRIÈRE. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Traité du développement de la fleur et du fruit; par* M. H. BAILLON; 3e liv. Paris, 1871; in-8°.

*Les plantes de Virgile; par* le Dr CLOS. Toulouse, 1871; br. in-8°.

*Occupation et bataille de Villiers-sur-Marne et de Plessis-Lalande, etc.; par* le Dr L. FLEURY. Paris, 1871; 1 vol. in-12.

*Finances publiques. Des droits sur les matières premières et de leur remplace-*

*ment par la généralisation et la surtaxe de la cote personnelle; par* M. B. NICOLLET. Grenoble, 1872; opuscule in-4°.

*Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Righi-Kulm et les Observatoires de Zurich et de Neuchâtel; par* MM. E. PLANTAMOUR, R. WOLF *et* A. HIRSCH. Genève, 1871; in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

*Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei,* anno XXV, sessione 1ª del dicembre 1871. Roma, 1872; in-4°.

*Sulla polarizzazione della corona solare osservata in augusta durante l'ecclisse totale del* 22 *dicembre* 1870, *dal* prof. Pietro BLASERNA. Sans lieu ni date; in-4°.

*Sui feldispati della Toscana; Nota di* Antonio d'ACHIARDI. Firenze, 1872; br. in-8°.

*Aves das possessoes portuguezas da Africa occidental; por* J.-V. BARBOZA DU BOCAGE.

*Algumas especies novas ou pouco conhesidas de crustaceos pertencentes aos generos « Calappa » e « Telphusa »; por* Felix DE BRITO CAPELLO.

*Descripcao de algumas especies novas de crustaceos; por* Felix DE BRITO CAPELLO.

(Ces trois dernières brochures sont extraites du *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles de Lisbonne.*)

*Jornal de Sciencias mathematicas, physicas et naturaes publicado sob os auspicios da Academia real das Sciencias de Lisboa;* num. XII, dezembro 1871. Lisboa, 1871; in-8°.

*Nachtrag zur übersicht der organischen Atmosphärilien; von* Ch. GOTTRIED EHRENBERG. Berlin, 1871; in-4°.

*Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre* 1869-1870; Band XVI-XVII. Kiel, 1870-1871; 2 vol. in-4°.

*Siebenundvierzigster Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur.* (Enthält den *Generalbericht über die Arbeiten und Veranderungen der Gesellschaft im Jahre* 1869.) Breslau, 1870; in-8°.

*Achtundvierzigster Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterlandische cultur.* (Enthalt den *Generalbericht über die Arbeiten und Veranderungen der Gesellschaft im Jahre* 1870.) Breslau, 1871; in-8°.

*Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur.* (*Philosophisch-Historische* abtheilung, 1870.) Breslau, 1870; in-8°.

*Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur.* (Abtheilung für *Naturwissenschaften und Medicin,* 1869-1870.) Breslau, 1870; in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Résumé de la Note sur l'aérostat à hélice, remise en décembre* 1871, *à la Commission d'essai, par* **M. Dupuy de Lome** (1).

RÉSUMÉ HISTORIQUE.

« C'est le 29 octobre 1870, pendant le siége de Paris par les armées allemandes, que j'ai été chargé de faire exécuter, pour le compte de l'État, un aérostat dirigeable, conçu conformément aux vues que j'avais exposées à ce sujet à l'Académie des Sciences, dans les séances des 10 et 17 du même mois.

» J'ai accepté cette mission, sans me dissimuler les difficultés que j'allais rencontrer pour l'exécution de mon appareil, dans Paris assiégé, avec son industrie désorganisée. Malgré mes efforts et ceux de mes collaborateurs principaux, M. Zédé, ingénieur de la Marine, et M. Yon, aéronaute, je n'ai pu réussir à terminer ce travail assez à temps pour qu'il pût servir pendant le siége.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

» Des obstacles insurmontables, tels que l'insurrection du 18 mars et le second siége de Paris, suivis d'autres incidents relatés dans la Note, m'ont contraint de retarder encore l'essai de mon aérostat. Ce n'est qu'au mois de décembre dernier qu'il m'a été possible de le préparer, dans un local du Fort-Neuf de Vincennes mis à ma disposition par le Ministre de la Guerre. Une Commission, nommée par le Ministre de l'Instruction publique, a été alors chargée de constater la remise à l'État de l'appareil, et de suivre l'essai que je demandais à en faire le plus tôt possible.

*Description de l'aérostat.*

» Une fois engagé dans l'étude des plans d'exécution de cet aérostat à hélice, tout en conservant les mêmes données principales exposées à l'Académie, dans les séances des 10 et 17 octobre, j'ai été conduit à modifier quelques dispositions et quelques dimensions.

» J'ai supprimé la vergue horizontale entre le ballon et la nacelle, tout en raccourcissant les brancards de celle-ci; puis adoptant une hélice à deux ailes au lieu de quatre, et portant son diamètre à 9 mètres au lieu de 8 mètres, je l'ai placée à l'arrière de la nacelle, de manière à l'actionner directement par le treuil à manivelle, sans aucune transmission de mouvement par chaîne Galle ni par courroies.

» En adoptant cette disposition, j'ai été conduit à un nouveau système de suspension de nacelle d'une importance capitale, au point de vue de la stabilité d'un ballon oblong dans le sens horizontal.

» Je rappelle que j'ai posé en principe que, pour obtenir un aérostat dirigeable, il faut tout d'abord satisfaire aux deux conditions ci-après :

» 1° La permanence de la forme du ballon, sans ondulations sensibles de la surface de son enveloppe;

» 2° La constitution, pour l'ensemble de l'aérostat, d'un axe de moindre résistance dans le sens horizontal, et dans une direction sensiblement parallèle à celle de la force poussante.

» J'ai satisfait à la condition de permanence de la forme, au moyen d'un ventilateur porté et manœuvré dans la nacelle, et mis en communication par un tuyau en étoffe avec un ballonnet placé à l'intérieur du ballon à sa partie basse. Le volume de ce ballonnet est le dixième de celui du grand ballon. Cette proportion permet de descendre de 866 mètres de hauteur, en maintenant le ballon gonflé malgré l'augmentation correspondante de la pression barométrique.

» Ce ballonnet à air est muni d'une soupape s'ouvrant de dedans en

dehors, et réglée par des ressorts, de telle façon que si l'on venait à souffler mal à propos, ce serait l'air insufflé qui s'échapperait du ballonnet par cette soupape plutôt que de le gonfler en refoulant l'hydrogène plus bas que l'extrémité inférieure des pendentifs. Le grand ballon est muni de deux de ces pendentifs ouverts à l'air libre et descendant à 8 mètres au-dessous du plan tangent à la partie basse du ballon.

» Pour satisfaire au second principe, la constitution d'un axe horizontal de moindre résistance, j'ai donné au ballon la forme géométrique engendrée par un arc de cercle tournant autour de sa corde, et dont la flèche est, à très-peu près, le cinquième de la longueur de cette corde. Une forme plus oblongue eût encore plus réduit la résistance, accru la vitesse et rendu plus facile le maintien de la direction au moyen du gouvernail. Mais les difficultés relatives au filet croissant avec la longueur, j'ai tenu à la modérer.

*Dimensions principales du plan d'exécution.*

| | | |
|---|---|---|
| Longueur totale du ballon, de pointe en pointe | | $36^{m},12$ |
| Diamètre au fort | | $14^{m},84$ |
| Rayon du méridien longitudinal | | $25^{m},78$ |
| Volume du ballon (calculé avec la forme de solide de révolution) | | $3454^{m3},00$ |
| Volume du ballonnet à air | | $345^{m3},40$ |
| Force ascensionnelle par mètre cube d'hydrogène fabriqué *ad hoc* | | $1100^{gr},00$ |
| Force ascensionnelle de l'aérostat. | Ballonnet affaissé | $3799^{k},00$ |
| | Ballonnet gonflé | $3419^{k},00$ |
| Surface du ballon porteur | | $1225^{m2},00$ |
| Surface du dessus du ballonnet | | $170^{m2},00$ |
| Surface de la maîtresse section du ballon gonflé | | $172^{m2},96$ |
| Distance du dessus de la nacelle en contre-bas du grand axe longitudinal du ballon | | $20^{m},50$ |
| Hauteur totale de l'aérostat du dessus du ballon au-dessous des quilles de la nacelle | | $29^{m},12$ |
| Longueur de la partie de la nacelle en osier | | $6^{m},50$ |
| Longueur totale de la nacelle de pointe en pointe des brancards | | $12^{m},60$ |
| Largeur de la nacelle au fort | | $3^{m},26$ |
| Distance à laquelle se trouve en contre-bas du grand axe horizontal du ballon, l'axe de l'hélice et du treuil moteur | | $20^{m},45$ |
| Diamètre de l'hélice | | $9^{m},00$ |
| Pas de l'hélice | | $8^{m},00$ |
| Nombre d'ailes | | 2 |
| Fraction de pas de chaque aile | au bout | $\frac{1}{16}$ |
| | au centre d'action | $\frac{1}{10}$ |

| | |
|---|---|
| Nombre de tours d'hélice par minute, prévu pour obtenir une vitesse de l'aérostat de $2^m,22$ par seconde ou de 8 kilomètres à l'heure.. | 21 tours. |
| Diamètre du ventilateur destiné à gonfler le ballonnet, mesure prise en dehors des ailettes | $0^m,65$ |
| Diamètre du cercle d'entrée d'air | $0^m,30$ |
| Longueur des ailettes — à l'attaque de l'air | $0^m,28$ |
| Longueur des ailettes — à la sortie | $0^m,10$ |
| Nombre de tours normal par minute qu'un homme peut imprimer à la manivelle d'une manière soutenue | 20 |
| Nombre de tours correspondant des ailettes | 500 |
| Pression de l'air à cette allure dans le tuyau de refoulement | 4 cent. d'eau. |
| Temps nécessaire à cette allure pour remplir d'air le ballonnet | 15 minutes. |

*Disposition du filet.*

» J'ai été conduit à l'emploi d'un système de deux filets concentriques suspendus tous deux à une chemise en étoffe construite sur les mêmes gabarits que le ballon et remplaçant toute la partie supérieure du filet ordinaire à partir du méridien horizontal.

» Le filet extérieur, qui est le *filet porteur* de la nacelle, est relié à la chemise, à la hauteur de ce méridien, au moyen d'une collerette et d'un mode d'attache qui répartit uniformément sur l'étoffe la traction de chaque corde.

» Le filet intérieur, que j'appelle *filet de balancine*, est attaché au bas de la chemise par un mode identique; il se détache du ballon tangentiellement à sa surface, environ aux trois quarts de sa hauteur, et forme au-dessous du ballon un cône dont le sommet est entre le ballon et la nacelle, dans l'axe vertical qui relie les deux centres. C'est du sommet de ce cône que partent les cordages formant balancines de la nacelle.

*Gouvernail, nacelle, hélice, treuil à bras, soupapes.*

» Le gouvernail se compose d'une voile triangulaire placée sous le ballon, près de la pointe arrière, et maintenue à sa partie basse par une vergue horizontale de 6 mètres de longueur, pouvant pivoter sur son extrémité avant. La hauteur de cette voile est de 5 mètres, sa surface de 15 mètres carrés. Deux drosses en filin pour manœuvrer le gouvernail descendent jusqu'à l'avant de la nacelle, sous les mains du timonier, qui a devant lui la boussole fixée à la nacelle avec sa ligne de foi parallèle au grand axe du ballon.

» La nacelle a sa partie centrale en osier sur la longueur nécessaire pour contenir assez commodément le treuil moteur avec huit hommes, le venti-

lateur pour gonfler le ballonnet et l'homme qui le manœuvre, le timonier, la personne préposée au mouvement du lest, celle chargée des soupapes, du guide-rope, de l'ancre, enfin deux personnes dont l'une, chargée de la direction de la route, fait les observations pendant que l'autre inscrit et trace le chemin suivi sur la carte : en tout quatorze hommes d'équipage. La longueur réservée à ce personnel est de $6^{m},50$. La nacelle en osier est prolongée à l'avant et à l'arrière par des brancards en bambous contretenus par des sous-barbes en cordes.

» L'hélice de propulsion est portée directement par la nacelle; son arbre se prolonge à l'arrière, un peu au delà du bout des brancards, et le moyeu de l'hélice portant les ailes est facilement démontable. Cet arbre d'hélice peut se relever à l'arrière en pivotant sur son support avant, de façon à écarter l'hélice du sol avant le départ et au moment d'atterrir.

» Le treuil se compose d'un arbre en fer coudé dont les manivelles sont disposées de façon que le centre de gravité des corps des quatre ou huit hommes, pendant leur mouvement pour tourner ces manivelles, reste sensiblement au même point.

» Les soupapes pour l'évacuation de l'hydrogène sont au nombre de deux, placées sur le méridien supérieur du ballon, dans la direction prolongée des deux tuyaux formant pendentifs. Ces pendentifs, ouverts par le bas, laissent descendre dans la nacelle les cordes de manœuvre des soupapes.

*Nature de l'étoffe du ballon et de son enduit.*

» L'étoffe du ballon se compose d'un taffetas de soie blanche et d'un nansouk avec 7 couches de caoutchouc interposées.

| | |
|---|---|
| La soie pèse par mètre carré........................ | 52 grammes |
| Le nansouk........................................ | 40 » |
| Le caoutchouc..................................... | 148 » |
| Total par mètre carré dans enduit....... | 240 grammes |

» La force de cette étoffe essayée au dynamomètre est de 11 kilogrammes par centimètre de largeur, son allongement avant rupture de 7 pour 100.

» La chemise a été faite de taffetas de soie blanche sans addition d'aucun autre tissu ou enduit.

| | |
|---|---|
| L'étoffe pesait par mètre carré....................... | 52 grammes |
| Sa force de rupture par centimètre de largeur est : | |
| Dans le sens de la trame........................... | 10 kilogrammes |
| Dans le sens de la chaîne........................... | 9 » |

» Les coutures de l'étoffe du ballon et de celle du balonnet ont été l'objet de dispositions toutes particulières, décrites dans la Note explicative et dans les plans annexés. Il en est résulté que la résistance de la couture avant la désagrégation est au moins égale à celle de l'étoffe.

» En outre, les coutures longitudinales de la chemise ont été croisées par des rubans de soie placés à 20 centimètres de distance et portant chacun 20 kilogrammes avant rupture.

» Sur le conseil de M. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, j'ai recherché, pour contenir l'hydrogène, un enduit à base de gélatine. Puissamment aidé dans la préparation de ces enduits par mon confrère, M. H. Sainte-Claire Deville, et par M. Troost, professeur de chimie à l'École Normale, je suis arrivé à préparer plusieurs enduits satisfaisants, décrits dans la Note et parmi lesquels j'ai choisi comme le meilleur celui dont je dois la constitution à M. Troost.

» Il s'obtient en procédant de la manière suivante :

» On prépare d'abord une dissolution A comprenant en poids :

| | | |
|---|---|---|
| De la gélatine pure | 100 | |
| De la glycérine | 100 | 800 |
| De l'acide pyroligneux | 600 | |

» On opère en dissolvant à chaud au bain-marie la gélatine dans l'acide pyroligneux, et en ajoutant toujours à chaud la glycérine.

» On prépare ensuite une autre dissolution B comprenant en poids :

| | | |
|---|---|---|
| Tannin | 100 | 700 |
| Acide pyroligneux | 600 | |

» On verse doucement à chaud A dans B, en agitant avec une spatule de bois.

» On recuit le tout au bain-marie pendant une heure au moins, en ajoutant peu à peu de l'acide, de manière à maintenir le même volume total.

» On applique cet enduit à chaud au pinceau du côté du nansouk, lequel est dans l'intérienr du ballon. Une couche est facilement sèche dans vingt-quatre heures ; avec trois couches on obtient une étoffe suffisamment impénétrable à l'hydrogène.

» L'addition de poids produite par ces trois couches une fois sèches est de 95 à 100 grammes par mètre carré.

*Poids du ballon.*

» En tenant compte des poids précités du mètre carré d'étoffe, de celui

provenant du recouvrement pour les coutures et de celui de l'enduit, j'avais calculé que le ballon avec le ballonnet pèserait environ 550 kilogrammes. Vérifié après construction, ce poids a été trouvé de $549^{kg},200$. Avec les soupapes, les tuyaux pendentifs et celui pour soufflerie, le poids total du ballon porteur, sans chemise ni filet, est de 570 kilogrammes.

» Le devis des poids de l'aérostat supposé en équilibre avec sa force ascensionnelle au niveau du sol a été établi ainsi qu'il suit :

| | |
|---|---|
| Ballon porteur, soupapes et pendentifs | $570^{kg}$ |
| Chemise et filets | 180 |
| Derniers cordages de gonflement restant accolés aux suspentes la de nacelle. | 60 |
| Gouvernail, poulies de drosses, drosses | 14 |
| Nacelle avec brancards, traverses, épontilles, bancs d'osier, cabillots, toiles des bouts | 585 |
| Hélice amovible avec son moyeu et les tirants | 75,600 |
| Treuil, arbre creux de l'hélice, coussinets | 78,900 |
| Ventilateur et sa base en bois | 49,500 |
| Ancre à quatre becs | 30 |
| Petit cable pour l'ancre | 40 |
| Guide-rope | 40 |
| Cordages pour attirer la nacelle à terre | 30 |
| Quatorze hommes d'équipage | 1050 |
| Bagages et vivres | 98 |
| Instruments d'observation et cartes | 23 |
| Colis à porter à destination | 275 |
| Lest disponible pour monter à la hauteur voulue et pour compenser pendant le voyage les pertes de gaz, les alourdissements de l'aérostat par la pluie, la neige, etc | 600 |
| Total égal à la force ascensionnelle du grand ballon plein d'hydrogène au ras du sol | $3799^{kg}$ |

*Calcul des efforts à supporter par l'étoffe du ballon, par celle de la chemise et par les cordages du filet.*

» Je me suis livré à ce sujet à des calculs détaillés, démontrant que, sous les efforts normaux du gaz et des poids, abstraction faite des secousses et des efforts locaux provenant des incidents du gonflement ou de l'attérissage, les étoffes ainsi que les cordages du filet ont à supporter des efforts ne dépassant nulle part $\frac{1}{10}$ de leur résistance à la rupture.

*Vitesse horizontale de l'aérostat par rapport à l'air ambiant, et puissance à employer pour obtenir cette vitesse.*

» En me basant sur les mêmes considérations déjà développées dans la séance de l'Académie du 10 octobre 1870, j'ai établi :

» 1° Que la résistance de l'aérostat à la translation horizontale dans la direction de son grand axe avec une vitesse de $2^{m},22$ par seconde, ce qui fait 8 kilomètres à l'heure, ressort à $11^{kg},031$;

» 2° Qu'avec l'hélice à deux ailes de 9 mètres de diamètre et de 8 mètres de pas, telle que je l'ai conçue, cette vitesse de $2^{m},22$ par seconde s'obtiendra avec 21 tours d'hélice par minute;

» 3° Que le travail total à transmettre à cette hélice montée sur l'aérostat, libre dans l'air, sera de $33^{k},\frac{13}{100}$ pour obtenir ces 21 tours par minute;

» 4° Que quatre hommes suffiront pour soutenir cette allure en les relevant toutes les demi-heures;

» 5° Qu'en mettant au treuil les huit hommes à la fois, on soutiendra facilement, pendant une demi-heure 27 à 28 tours, et que, momentanément, on pourra obtenir jusqu'à 33 tours $\frac{1}{2}$, correspondant à une poussée horizontale de $27^{k},58$ et à une vitesse de l'aérostat de $3^{m},50$ par seconde ou de $12^{k},600$ à l'heure.

*Stabilité de l'aérostat.*

» J'ai démontré que, grâce à mon système de filets, la stabilité de l'ensemble de cet aérostat, ballon, filets et nacelle, peut être calculée comme celle d'un corps rigide, tant que les inclinaisons latérales ne dépasseront pas 20 degrés et les inclinaisons longitudinales 28 degrés.

» Le centre de gravité de l'ensemble calculé pour l'aérostat à la fin de son lest est situé à $15^{m},54$ en contre-bas de l'axe horizontal du ballon.

» Il en résulte que, même sous l'effort maximum dont huit hommes travaillant à l'hélice sont susceptibles, l'assiette d'équilibre du ballon en marche ne différera pas de $\frac{1}{2}$ degré de celle de son équilibre au repos, et qu'un homme, allant de l'avant à l'arrière de la nacelle, ne fera pas incliner de plus de $\frac{2}{3}$ de degré.

*Production du gaz hydrogène pour gonfler le ballon.*

» J'ai disposé à cet effet un appareil de production d'hydrogène par l'action de l'acide sulfurique et de l'eau sur de la tournure de fer avec un laveur et un appareil sécheur.

» Conformément aux données pratiques de M. Yon, j'ai établi deux batteries, de 40 tonneaux chacune, devant fonctionner successivement et produisant à chaque opération 500 mètres cubes d'hydrogène; ce qui exigera sept opérations d'une batterie de 40 tonneaux pour produire les 3450 mètres cubes nécessaires au gonflement de l'aérostat.

» Le temps nécessaire à une opération de batterie a été estimé à deux heures. En ne travaillant pas la nuit, cela conduit à opérer pendant deux journées pour gonfler le ballon. »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Essai de l'aérostat à hélice; par* **M. Dupuy de Lome.**

« La Commission nommée par le Ministre de l'Instruction publique pour constater la remise à l'État de l'aérostat et de ses accessoires, et pour assister ensuite aux essais que je demandais à faire, a d'abord pris connaissance des plans et de la Note que je viens de lire, puis elle s'est rendue le 8 janvier à Vincennes pour y examiner l'appareil dans le manége du Fort-Neuf, où il était déposé avec tout le matériel destiné à la production du gaz hydrogène.

» Les mauvais temps prolongés qui ont régné pendant presque tout le mois de janvier m'ont obligé à attendre encore avant d'opérer le gonflement du ballon.

» Le 30 de ce mois, le temps paraissant s'améliorer, je me décidai à commencer ce gonflement.

» Cette opération délicate s'est exécutée avec un plein succès, et le volume d'hydrogène, résultant de chaque production d'une batterie de quarante tonneaux, a bien été celui annoncé dans ma Note de décembre. La force ascensionnelle de ce gaz, mesurée dans un petit ballon d'essai, a été trouvée de 1120 grammes par mètre cube. Toutefois, l'opération a marché plus lentement que je ne l'avais prévu. La production du gaz d'une batterie a duré trois heures au lieu de deux, même en abandonnant le restant de production qui se continuait encore lentement au bout de trois heures. Il en est résulté que, dans les journées courtes de cette époque de l'année, ne voulant pas travailler à la lumière, il nous a fallu trois jours pour gonfler entièrement le ballon.

» Il était prêt le 1er février au soir; il a été tenu gonflé toute la nuit du 1er au 2, et le 2 au matin, on a procédé à son exhaussement du sol, à la hauteur voulue pour permettre le placement de la nacelle avec toute

l'installation des filets, des suspentes et des balancines, ainsi que du gouvernail, du tuyau de ventilateur, etc.

» Sept batteries avaient suffi pour remplir le ballon, une huitième avait été disposée, prête à réparer, le 2 au matin, les pertes de gaz qui auraient pu se produire; mais les pertes d'un jour à l'autre étaient inappréciables, nous avions déjà la preuve que l'étoffe avec son enduit tenait le gaz hydrogène de la façon la plus satisfaisante.

» A 9 heures du matin, le tuyau de communication entre le ballon et l'appareil de production du gaz a été enlevé. Ce n'est qu'à 1 heure de l'après-midi que l'ascension a eu lieu, et pendant ces quatre heures le ballon est resté parfaitement gonflé avec ses parois tendues sous la pression du gaz qui n'a pas cessé de remplir les pendentifs.

» Le vent s'était élevé depuis le matin avec assez de force dans la direction du sud; les bulletins du Bureau météorologique de l'Observatoire étaient loin d'être rassurants.

» Le 1^er^ février, ils annonçaient baisse du baromètre à Paris, vent du sud sur tout le nord de la France, tempête de sud-ouest à l'entrée de la Manche.

» Le 2 février, le ciel était couvert, la pluie était imminente, il ventait sud assez fort à Paris et sur la Manche; le baromètre avait baissé en Hollande.

» Néanmoins, et malgré les difficultés que le vent soufflant par rafales nous causait pour l'opération du placement de la nacelle et de ses accessoires, ayant la plus entière confiance dans les facilités que les dispositions de cet aérostat nous donneraient pour opérer la descente, je me décidai à faire une ascension dont la durée n'avait pas besoin d'être prolongée.

» Sous l'action d'une forte rafale qui fit tourner le ballon sur lui-même en l'inclinant de la verticale au moment où la nacelle, encore incomplétement liée à ses suspentes, était chargée d'un excédant de lest considérable, il arriva que les suspentes fixées à l'avant des brancards exercèrent sur ceux-ci une traction latérale à laquelle la nacelle ne put pas céder comme elle l'eût fait si elle avait été suspendue. A ce moment, un des bambous du brancard de l'arrière fut plié, et un des brancards de l'avant fut cassé. Je fis réparer rapidement cette avarie, mais le brancard arrière porte-hélice resta un peu déformé, et il en est résulté une résistance anormale pour faire tourner l'arbre de l'hélice. Cet inconvénient, qui me fut signalé avant de partir, n'était pas de nature à faire ajourner l'essai.

» Toutes les suspentes de la nacelle étaient en place ainsi que les balancines; l'hélice étant montée sur le bout de son arbre, je donnai l'ordre à chaque homme de l'équipage de prendre son poste, et M. Yon, qui avait

dirigé depuis trois jours les détails de cette difficile opération du gonflement avec une intelligence et un zèle dont je tiens à le remercier ici, se chargea aussitôt de régler le lest pour partir au plus vite.

» L'aérostat, avec tout le matériel énuméré dans la Note remise en décembre à la Commission, ayant de plus 25 kilogrammes de cordages supplémentaires, avec son équipage de quatorze personnes, était sensiblement en équilibre au ras du sol, la nacelle contenant 650 kilogrammes de lest en sable dans des sacs de 15 et de 10 kilogrammes.

» A partir de ce moment il a été encore sorti de la nacelle dix sacs de 15 kilogrammes, ce qui a donné à la force ascensionnelle un excédant de 150 kilogrammes sur le poids. Au signal donné, les cordes de retenue ayant été lâchées, l'aérostat s'est élevé assez rapidement pour que nous n'ayons pas eu un instant à craindre d'être poussés par une rafale contre un des édifices bordant la cour du Fort-Neuf.

» Il était 1 heure au moment du départ, et le baromètre marquait près du sol 755 millimètres; le vent paraissait souffler du sud assez fort; la température était de 8 degrés.

» Préoccupé d'autres soins, je n'ai point fait observer la vitesse d'abaissement du baromètre pendant l'ascension sous l'action de la force précipitée. Ce n'est qu'à $1^h 15^m$ que nous avons commencé dans la nacelle nos observations régulières.

» Peu de minutes après le départ, on a descendu sur son coussinet-arrière l'arbre de l'hélice, qui, comme je l'ai fait connaître dans la Note explicative, est fait pour se relever, avant le départ et au moment de toucher terre, par un mouvement angulaire qui écarte l'hélice du sol et la met à l'abri des chocs susceptibles de l'avarier. L'hélice a été mise alors en mouvement par les huit hommes à la fois; doucement d'abord, plus vite ensuite. Le gouvernail a été porté à droite, puis à gauche, puis tenu dans le plan diamétral pour voir comment l'aérostat répondait à son action.

» Dès que l'hélice a été mise en mouvement, l'influence du gouvernail s'est immédiatement fait sentir dans le sens voulu, ce qui prouvait déjà que l'aérostat avait une vitesse propre par rapport à l'air ambiant.

» L'anémomètre présenté au courant d'air à l'avant de la nacelle restait d'ailleurs immobile tant que l'hélice était stoppée, et tournait dès que l'on faisait fonctionner l'hélice motrice; il prouvait donc aussi que l'aérostat avait une vitesse propre sous l'influence de son moteur.

» Mais, avant d'aller plus loin, je vais dire un mot des instruments que j'avais préparés pour mesurer la vitesse propre à l'aérostat, constater les

directions dans lesquelles agissait cette vitesse, mesurer, d'autre part, la direction de la route suivie par l'aérostat par rapport à la terre et sa vitesse sur cette route.

» Tout en constatant la solution du problème de la stabilité d'un ballon oblong, il est clair que l'objet de l'expérience que j'avais entreprise consistait, en outre, à reconnaître : 1° quelle vitesse l'aérostat obtenait par rapport à l'air ambiant sous l'influence de son hélice mise en mouvement à telle ou telle vitesse; 2° de quelle façon il obéissait à son gouvernail soit pour maintenir le cap dans une direction voulue, soit pour changer cette direction à volonté.

» Prévoyant que je rencontrerais dans cette saison des vents trop rapides, en présence desquels la vitesse propre à l'aérostat ne pourrait produire qu'une déviation minime, je tenais à constater directement cette vitesse de l'aérostat par un moyen analogue au loch, en mer, qui donne la vitesse sur l'eau indépendamment des courants. Un appareil aérien, analogue au loch, était difficile à installer, à cause de l'hélice de 9 mètres de diamètre tournant à l'arrière de la nacelle. Je me décidai à construire un anémomètre au moyen d'une petite hélice légère à quatre ailes, d'un pas assez allongé pour qu'il soit facile de compter le nombre de tours. Cet anémomètre à hélice, une fois construit, a été ensuite expérimenté directement à terre, en le transportant dans le sens de son axe avec une vitesse connue, dans un local à l'abri de tout courant d'air; j'ai reconnu ainsi que la vitesse de translation de cet anémomètre et le nombre de tours qui en résultaient étaient liés par l'équation

$$V = 1^{m},12\,\frac{n}{60} + 0^{m},21,$$

en appelant V la vitesse de translation par seconde, $n$ le nombre de tours par minute.

» J'ai ainsi dressé un tableau donnant de suite la vitesse de translation de l'aérostat par rapport à l'air ambiant en fonction du nombre de tours de l'anémomètre.

» La direction du cap a été obtenue comme dans tout navire, au moyen d'une boussole fixée dans la nacelle et ayant la ligne de foi parallèle au grand axe du ballon.

» Pour mesurer la route suivie par l'aérostat par rapport au sol, j'ai pris une boussole d'embarcation de la Marine, sur une des faces latérales de laquelle j'ai fixé une planchette parallèle au plan vertical passant par la ligne de foi de la boussole. Le champ de cette planchette est peint en noir,

la partie formant surface verticale parallèle à la ligne de foi a été maintenue blanche ; de cette façon, il est très-facile de s'assurer qu'on a le rayon visuel placé dans le plan vertical précité. Quant à la verticabilité de ce plan, elle résulte naturellement de la suspension de la boussole qu'on tient libre à la main.

» En remarquant un objet quelconque bien visible sur la terre, et passant sous l'observateur, puis en tournant la planchette de la boussole dans la direction du même objet, quand il est bien écarté de la verticale, on lit directement sur la boussole la direction de la route suivie sur la terre.

» C'est, du reste, le procédé déjà indiqué par M. Janssenne.

» La même observation donne la vitesse de l'aérostat sur le sol, en fonction de sa hauteur, de la manière suivante :

» Sur la planchette en question, sont fixées trois broches métalliques formant un triangle, dont la hauteur est double de sa base horizontale. On note à une montre à secondes le moment du passage de l'objet précité dans la direction du côté du triangle le plus rapproché de la verticale ; puis ensuite le moment du passage de ce même objet dans la direction du côté le plus incliné. Le nombre de secondes écoulées entre les deux passages donne le temps que l'aérostat a mis à parcourir, par rapport au sol, une distance égale à la moitié de sa hauteur.

» J'avais fait préparer à l'avance une épure donnant, à sa seule inspection, la vitesse sur le sol en fonction de la hauteur et de la durée en secondes de l'observation précitée.

» Quant aux hauteurs de l'aérostat, je les lisais directement, avec une approximation suffisante pour la nature de cette expérience, sur le cadran d'un baromètre anéroïde, gradué à cet effet en mètres de hauteur, cadran mobile sur celui des graduations en millimètres, de manière à placer le zéro des hauteurs vis-à-vis le nombre de millimètres observés à terre au moment du départ.

» Les températures n'ont été observées qu'au moyen d'un thermomètre ordinaire d'une sensibilité médiocre, mais suffisante pour ce que j'avais en vue.

» Pour plus de simplicité, j'ai relevé toutes les directions de route et celle du cap, *par rapport au méridien magnétique*, et je vais les relater telles quelles dans ce qui va suivre.

» Reprenant le récit de l'essai du 2 février, je rappelle que, depuis le moment du départ du sol, à 1 heure jusqu'à $1^{h}15^{m}$, nous avons fait diverses évolutions, et nous nous sommes assurés que tout fonctionnait bien sans nous occuper à prendre des mesures précises.

» A 1h15m, j'ai fait stopper l'hélice pour reconnaître la direction dans laquelle nous entraînait le vent seul. — Les observations de 1h15m à 1h20m donnent :

| | |
|---|---|
| Hauteur de la nacelle au-dessus du niveau du point de départ | 560 mètres. |
| Température | 6 degrés. |
| Direction de la route sur le sol (méridien magnétique) | N.-E. 7° N. |
| Vitesse dans cette direction | 12 mètres par seconde, |
| Ou | 43200 mètres par heure. |

» A 1h 30m, hélice en mouvement, avec ordre au timonnier de maintenir le cap au sud-est, faisant ainsi un angle de 83 degrés avec la dernière route observée avec le vent seul :

| | |
|---|---|
| Hauteur | 607 mètres. |
| Température | 6 degrés. |
| Cap (direction moyenne, avec des variations de quelques degrés de chaque bord) | S.-E. |
| Nombre d'hommes à l'hélice | 8. |
| Nombre de tours d'hélice par minute | 25. |
| Vitesse propre à l'aérostat mesurée à l'anémomètre | 2m,35 par seconde. |
| Ou | 8460 mètres par heure. |
| Vitesse de l'aérostat sur le sol | 12 mètres par seconde. |
| Ou | 43200 mètres par heure. |
| Direction de la route sur le sol | N.-E. 5° E. |
| Angle de cette route avec la précédente | 12 degrés. |

» A 1h45m, hélice stoppée :

| | |
|---|---|
| Hauteur | 580 mètres. |
| Température | 6 degrés. |
| Vitesse sur le sol | 15 mètres par seconde. |
| Ou | 54000 mètres par heure. |
| Direction sur le sol | N.-E. 5° N. |
| Angle de cette route avec la précédente | 10 degrés. |

» A 1h 55m, hélice toujours stoppée; la route change visiblement peu à peu de direction; quand elle est devenue de nouveau constante, l'instrument de relèvement a donné :

| | |
|---|---|
| Pour la direction sur le sol | N.-E. 5° E. |

» A 2 heures, hélice en mouvement :

| | |
|---|---|
| Hauteur | 608 mètres. |
| Température | 5 degrés. |

| | |
|---|---|
| Direction du cap | S.-E. |
| Nombre d'hommes à l'hélice | 8. |
| Nombre de tours d'hélice par minute | 26. |
| Vitesse propre à l'aérostat mesurée à l'anémomètre | $2^{m},45$ par seconde, |
| Ou | 8820 mètres par heure. |
| Vitesse de l'aérostat sur le sol | 16 mètres par seconde, |
| Ou | 57600 mètres par heure. |
| Direction de la route sur le sol | N.-E. 15° E. |
| Angle de cette route avec la précédente | 10 degrés. |

» A $2^{h}15^{m}$, hélice marchant encore :

| | |
|---|---|
| Hauteur | 660 mètres. |
| Température | 5 degrés. |
| Direction moyenne du cap | S.-E. |
| Nombre d'hommes à l'hélice | 8 |
| Nombre de tours de l'hélice par minute | $27\frac{1}{2}$. |
| Vitesse propre à l'aérostat mesurée à l'anémomètre | $2^{m},82$ par seconde. |
| Ou | $10^{m},252$ par heure. |
| Vitesse de l'aérostat sur le sol | 17 mètres par seconde. |
| Ou | 61200 mètres par heure. |
| Direction de la route sur le sol | N.-E. 16° E. |
| Angle de cette route avec la dernière observée avec le vent seul | 11 degrés. |

» A $2^{h}30^{m}$, hélice stoppée :

| | |
|---|---|
| Hauteur | 910 mètres. |
| Température | 5 degrés. |
| Vitesse de l'aérostat sur le sol | 17 mètres par seconde, |
| Ou | 61200 mètres par heure. |
| Direction de la route sur le sol | N.-E. 6° E. |
| Angle de cette route avec la précédente | 10 degrés. |

» A $2^{h}35^{m}$, hélice stoppée :

| | |
|---|---|
| Hauteur | 1020 mètres. |
| Température | 4 degrés. |
| Vitesse de l'aérostat sur le sol | $16^{m},50$ par seconde, |
| Ou | 59400 mètres par heure. |
| Direction de la route sur le sol | N.-E. 6° E. |

» A partir de $2^{h}35^{m}$, nous nous sommes occupés à descendre pour prendre terre et, à 3 heures précises, nous touchions le sol au delà de Mondécourt, à 10 kilomètres un quart dans l'est, 17 degrés nord de Noyon.

» Il me paraît intéressant de relater ici le fait suivant, sans que j'y attache une importance exagérée; mais il est cependant de nature à corroborer

la confiance que m'inspire la méthode indiquée ci-dessus pour mesurer les directions de route et les vitesses sur le sol.

» A $1^h 15^m$, nous avions marqué de notre mieux notre point sur la carte de l'État-Major; malheureusement, je n'ai pas réussi à ce moment à retrouver sur la terre la cour du Fort-Neuf de Vincennes, déjà trop éloignée. Quoi qu'il en soit, M. Zédé a tracé sur la carte, à partir du nouveau point de départ, les directions et les vitesses que je lui dictais, et quand, sur le point d'atterrir, nous nous sommes demandés quel pouvait être le village au-dessus duquel nous allions passer, M. Zédé, confiant dans sa route tracée sur la carte, nous répondit que ce devait être Mondécourt, sur les confins du département de l'Oise et de l'Aisne. Un instant après, les villageois, à qui nous demandions en passant sur leur tête quel était le nom de leur village, nous répétaient en criant le nom de Mondécourt.

» L'opération de l'atterrissage s'est faite avec un plein succès, sans aucune secousse, malgré la force du vent, grâce à la forme de l'aérostat qui s'est présenté debout au vent dès que la corde du guide-rope eut traîné quelque temps sur le sol, et grâce aussi au point d'attache de ce guide-rope et de la corde de l'ancre, non plus sur la nacelle même, mais près de la pointe avant du ballon sur le point de bridure des dernières pattes d'oie du filet porteur, point relié au restant de ce filet par une filière en faisant tout le tour.

» Ayant touché le sol à 3 heures, nous avons été bientôt entourés de paysans qui nous ont aidés à contenir la nacelle, pendant qu'avec la soupape ouverte nous dégonflions le ballon. A $3^h 15^m$, l'hélice, l'organe le plus délicat de cet ensemble, était démontée sans aucune avarie et séparée de la nacelle; à 6 heures, le ballon, la chemise et le filet étaient pliés et placés sous une bâche, sous la garde de deux hommes de notre équipage, en attendant que deux camions, demandés à la station du chemin de fer à Noyon, vinssent chercher le tout. Ballon, nacelle, hélice, le tout en bon état, sont maintenant en route ou rendus à Paris.

» Revenons sur quelques faits importants de cette expérience : il me reste d'abord à dire que la stabilité de la nacelle, due à son nouveau mode de suspension a été parfaite; elle n'éprouvait *aucune oscillation* sous l'action des huit hommes travaillant au treuil de l'hélice, et l'on pouvait se porter facilement plusieurs personnes à la fois à gauche et à droite, ou de l'avant à l'arrière, sans qu'on s'aperçoive d'aucun mouvement, pas plus que sur le parquet d'un salon.

» Évidemment le centre de gravité se déplaçant, il y avait un petit changement de quelques fractions de degré dans la verticale de tout le sys-

tème, ballon et nacelle, ainsi que cela ressort des calculs présentés dans la Note explicative, Chapitre : *Stabilité;* mais il était impossible d'apercevoir un mouvement relatif de la nacelle par rapport au ballon, ni rien d'analogue aux oscillations d'une embarcation flottante dont l'équipage se déplace.

» En ce qui concerne le maintien de l'horizontalité de l'axe longitudinal du ballon oblong, l'expérience a été aussi des plus concluantes.

» Avec le ballon plein de gaz léger, il n'y a guère de motif pour que cette horizontalité soit compromise. Avec le ballonnet gonflé à l'air, remplaçant ainsi l'hydrogène faisant défaut au volume, le résultat est le même. La circonstance critique pour la stabilité, celle qui ne pourrait manquer d'amener une déviation intolérable dans l'horizontalité du grand axe d'un ballon oblong, non muni d'un système analogue à celui de mon filet de balancine : c'est le cas d'un dégonflement partiel.

» Ayant la plus entière confiance dans le système de suspension, je n'ai pas hésité à en faire l'expérience. Pendant que nous descendions de la hauteur de 1020 mètres, le ballon s'est bientôt frisé par dessous : c'eût été le moment de faire fonctionner le ventilateur pour gonfler le ballonnet; j'ai fait attendre pour souffler que nous fussions revenus à 600 mètres. La diminution de volume et les plis du ballon étaient alors très-accentués, et il était intéressant de voir à ce moment les balancines de l'avant et de l'arrière se raidir tour à tour et contenir dans la position horizontale chaque extrémité du ballon, dès qu'elle témoignait une velléité de s'élever.

» J'ai fait ensuite fonctionner le ventilateur, pour ne pas descendre à terre avec le ballon trop dégonflé; mais le volume du ballonnnet ne pouvant compenser la réduction du volume de gaz que pour une descente de 866 mètres, nous avons atteint le sol avec d'assez fortes rides longitudinales sous le ballon. Ce fait n'a présenté d'ailleurs aucun inconvénient, puisque nous ne cherchions plus à gouverner en faisant marcher l'hélice, nous reposant sur l'action des traînes et du guide-rope pour nous ramener vent de bout.

» Il ne reste plus, pour compléter l'exposé de cette journée d'essai, qu'à dire qu'étant partis avec le ballon tout gonflé et le ballonnet à air aplati, il nous a fallu jeter 300 kilogrammes de lest, pour monter à 1020 mètres, avec l'aide des 150 kilogrammes de force ascensionnelle que nous nous étions donnée au départ. Nous n'avons eu a jeter de lest, en plus de celui nécessaire pour monter, qu'une quantité très-minime, ne représentant que les condensations par refroidissement ou l'alourdissement des étoffes quand nous avons reçu un peu de pluie; mais les pertes de gaz

à travers l'étoffe, pendant deux heures qu'a duré cette expérience, ont été très-peu sensibles, et nous eussions pu, si cela nous eût convenu, continuer de nous maintenir en l'air pendant bien longtemps.

» Le résumé des faits acquis par l'essai du 2 février peut se formuler ainsi :

» 1° Stabilité assurée malgré la forme oblongue, grâce au système du filet de balancine;

» 2° Maintien de la forme au moyen du ballonnet à air;

» 3° Faculté de maintenir le cap dans une direction voulue quand l'hélice fonctionne, malgré quelques embardées dues en grande partie à l'inexpérience du timonier;

» 4° Vitesse déjà importante imprimée à l'aérostat par rapport à l'air ambiant au moyen de l'hélice mue par huit hommes, cette vitesse s'étant élevée à $2^{m},82$ par seconde ou $10\frac{1}{4}$ kilomètres par heure pour $27\frac{1}{2}$ tours d'hélice par minute;

» 5° Le rapport de la vitesse propre de l'aérostat au produit du pas de l'hélice par son nombre de tours est de 76 pour 100; dans mon exposé des plans de l'aérostat, j'avais écrit que ce rapport serait au moins de 74 pour 100. La résistance totale de l'aérostat, comparée à celle de l'hélice, est donc un peu moindre que je ne l'avais estimée;

» 6° Les huit hommes employés pour obtenir ces $27\frac{1}{2}$ tours par minute développaient, en moyenne, un travail dont je n'ai pas la mesure exacte, mais que je ne saurais estimer à plus de 60 kilogrammètres, surtout en raison du frottement anormal de l'arbre de l'hélice dans ses coussinets dont j'ai parlé précédemment.

» Si l'on parvenait à se mettre bien à l'abri des dangers que présente une machine à feu portée par un ballon à hydrogène, on ferait facilement une machine de huit chevaux de 75 kilogrammètres avec le poids des sept hommes dont on pourrait diminuer le chiffre de l'équipage, en conservant seulement un mécanicien sur les huit hommes employés à tourner l'hélice. Le travail moteur serait ainsi de 600 kilogrammètres, c'est-à-dire dix fois plus grand, et la vitesse de $10\frac{1}{4}$ kilomètres à l'heure, obtenue le 2 février, s'élèverait avec le même aérostat à 22 kilomètres à l'heure. Le combustible et l'eau d'alimentation pourraient être prélevés sur le lest de consommation. On obtiendrait ainsi un appareil capable non-seulement de se dévier du lit du vent d'un angle considérable par des vents ordinaires, mais pouvant même assez souvent faire route par rapport à la terre dans toutes les directions qu'il voudra suivre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les fermentations* (2e Communication); *par* M. E. FREMY (1).

« Il faut croire fermement à l'utilité des discussions scientifiques, et avoir la conscience de remplir un devoir véritable, pour prendre part encore au débat qui s'agite en ce moment devant l'Académie.

» Je me suis présenté ici seul, devant M. Pasteur, en lui faisant connaître, il est vrai, mes opinions et mes critiques avec une grande netteté, mais en mettant, je crois, dans la discussion, toutes les formes désirables.

» Et cependant, à chaque séance, je reconnais que les mêmes procédés ne sont pas employés envers moi.

» Au lieu de trouver un seul adversaire, j'en rencontre toujours un second, ardent et passionné, qui intervient à tout moment dans le débat; je ne l'ai jamais interpellé, puisqu'il n'a jamais publié de recherches sur la fermentation; cependant, à toutes mes Communications, il oppose, dans le style le plus vif, une Note et même deux Notes, comme dans la dernière séance; il reproduit constamment les arguments, bien connus, de M. Pasteur, et décerne à notre confrère, qui les accepte, les éloges que l'Académie a entendus.

» Je pensais, je l'avoue, que M. Pasteur n'avait besoin ni de défenseur ni de panégyriste : je n'ai pas la prétention d'exclure M. Balard de ce débat; mais notre confrère ne croit-il pas qu'il serait mieux, en ce moment, de me laisser discuter seul à seul avec M. Pasteur les objections que je lui ai faites?

» Qu'il me soit permis aussi de dire un mot de l'incident si fâcheux et si pénible, pour moi, qui s'est produit dans la dernière séance.

» M. Wurtz est venu dire à l'Académie que la théorie que je soutenais n'était autre que celle de M. Liebig.

» Cette accusation de plagiat envers l'Allemagne, qui m'a été adressée soudainement par M. Wurtz, est bien peu fondée; car dans mes publications précédentes, *je n'ai pas dit un seul mot* de la théorie de la fermentation basée sur l'entraînement des corps fermentescibles par le mouvement même de décomposition des ferments : cette théorie paraît être du reste bien

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

ancienne, car notre illustre confrère, M. Chevreul, nous a prouvé, dans ses belles recherches historiques, qu'elle se trouvait déjà énoncée dans les écrits de Van Helmont et de Stahl.

» Ce n'est donc en aucune façon la théorie allemande de la fermentation que j'entends discuter, mais bien la théorie que soutient M. Pasteur : ma seule prétention est de démontrer que les ferments ne dérivent pas de leurs germes, qui se trouveraient dans l'air, comme le pense mon confrère.

» Je laisserai donc de côté toutes ces questions personnelles, et je reviens immédiatement à la discussion scientifique, qui peut seule intéresser l'Académie.

» Qu'on me permette d'abord de faire remarquer qu'en ce moment on s'efforce de déplacer le fond même du débat.

» Tout le monde reconnaîtra qu'il ne s'agit pas de prouver que l'air contient des spores qui produisent des moisissures en tombant dans certains milieux, mais de démontrer, dans les idées de M. Pasteur, que l'air contient des germes de tous les ferments : on nous montre du sang et du bouillon de levûre, conservés dans des ballons à col recourbé; ces expériences, instituées il y a huit ans, pour une autre discussion, ne conviennent plus au débat actuel.

» On a essayé d'établir que les faits qui concernent les moisissures peuvent s'appliquer aux ferments; c'est cette confusion que je ne veux pas laisser introduire.

» *Dans la discussion actuelle, on n'a pas à déterminer comment s'engendrent les moisissures, mais à reconnaître comment se produisent les ferments: toute la question est là.*

» D'après M. Pasteur, les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et acétique sont produites par des organismes vivants; en outre, ces ferments émettent des *germes spéciaux* que l'air charrie sans cesse et qu'il sème dans les liqueurs fermentescibles : ainsi, lorsqu'un moût de raisin fermente à l'air, c'est qu'il a reçu de l'air un ou plusieurs germes de *mycoderma vini;* lorsque du moût de bière entre en fermentation, c'est que l'air lui a donné un autre germe de ferment alcoolique *différent du mycoderma vini :* et M. Pasteur applique la même hypothèse aux autres fermentations.

» Quant à moi, je soutiens que c'est l'organisme même qui crée les ferments, en modifiant, au contact de l'air, ces matières qui ne sont ni liquides

ni solides, que j'ai nommées *hémi-organisées,* qui sont VIVANTES, et que les botanistes désignent depuis longtemps sous le nom de *protoplasma* (1).

» Ainsi, pour moi, l'influence de l'air dans les fermentations ne peut pas être comparée, comme le soutient M. Pasteur, *à un ensemencement atmosphérique.*

» Pour dire ici toute ma pensée, si l'on prouve, et les travaux remarquables de M. Trécul semblent le faire pressentir, que, les milieux venant à changer, des organismes particuliers peuvent produire des ferments alcoolique, lactique et butyrique, la théorie de M. Pasteur sera complétement renversée par cette découverte; car notre confrère n'a jamais admis la possibilité de pareilles transformations : il affirmait encore, dans la séance du 22 janvier 1872, que le germe de ferment du moût de raisin n'est pas le même que le germe du moût de bière!

---

» Pour combattre, par des expériences, les idées de M. Pasteur, j'ai institué trois séries d'essais :

» 1° J'ai produit la fermentation alcoolique, lactique et butyrique dans des conditions où, selon moi, l'existence des germes atmosphériques ne peut pas être admise;

» 2° J'ai constaté la production des ferments dans des cellules organisées qui ne peuvent pas donner accès aux germes atmosphériques;

» 3° Pour démontrer que les ferments se transforment les uns dans les autres et qu'ils ne dérivent pas de germes, j'ai produit les trois fermentations alcoolique, lactique et butyrique avec les mêmes organismes et les mêmes liquides fermentescibles.

» Les premières expériences que je viens soumettre à l'Académie ont été faites sur l'orge, la levûre de bière, le moût de raisin, le lait et les moisissures.

*Orge.*

» 1[re] *expérience.* — Le but de cette expérience a été d'étudier dans quelles conditions se forment les différents ferments que l'orge peut pro-

---

(1) Je ne saurais trop insister ici sur cette opinion que je défends, et qui fait considérer comme *vivants* certains corps hémi-organisés : c'est là que se trouve, selon moi, le nœud véritable de la question qui se discute en ce moment. Dans la suite de mes publications sur les fermentations, je répéterai donc souvent que les corps hémi-organisés sont vivants, et que par conséquent ils peuvent, en dehors ou en dedans des tissus, produire des organismes.

duire, et surtout de constater que la levûre sort du grain d'orge même.

» J'introduis dans un flacon 100 grammes d'orge germée; je lave cette orge à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, je la mets ensuite en contact avec de l'eau sucrée : le flacon est maintenu à la température de 25 degrés.

» La liqueur fermente rapidement : les fermentations alcoolique et lactique se produisent simultanément : souvent même la fermentation butyrique se manifeste.

» Les grains d'orge se gonflent : il en sort une infinité de petits grains de levûre qui sont entraînés et extraits de l'intérieur de l'orge par des bulles d'acide carbonique : lorsque la fermentation s'arrête, on l'excite de nouveau en remplaçant le liquide alcoolique et acide par une nouvelle eau sucrée : on peut recommencer ainsi l'expérience jusqu'à ce que les grains d'orge soient en quelque sorte vidés.

» La levûre qui sort des grains d'orge et qui rend la liqueur laiteuse, présente les caractères chimiques de la levûre lactique.

» Dans cette expérience on assiste donc en quelque sorte à la production d'une levûre organisée : on voit chaque grain de levûre sortir de l'intérieur de l'orge : comment admettre, dans ce cas, l'influence des germes atmosphériques qui pénétreraient dans le flacon, traverseraient l'eau pour s'introduire dans chaque grain d'orge : n'est-il pas évident que c'est le grain d'orge lui-même qui, sous l'influence de l'eau sucrée et de l'air, produit les grains de levûre qui arrivent dans le liquide ?

» M. Pasteur comprendra certainement dans quel esprit cette expérience a été faite : mon seul but était de démontrer que la levûre *sortait* du grain d'orge et se trouvait formée par conséquent dans l'*intérieur* du grain et non par les germes de l'air. J'espère donc qu'il ne m'adressera pas cette objection, qui vient à l'esprit de tout le monde : c'est que, par de simples lavages de l'orge, j'aurais pu laisser encore quelques germes attachés à l'extérieur des grains d'orge. Chaque expérience a son but spécial. Plus loin je parlerai de la destruction des germes de l'air; ici, mon but était de prouver que, lorsqu'on abandonne de l'orge dans de l'eau sucrée, c'est de l'intérieur du grain que sortent les levûres.

» 2[e] *expérience*. — 30 grammes d'orge germée concassée sont introduits dans un ballon contenant de l'eau sucrée : le col du ballon est effilé puis recourbé plusieurs fois sur lui-même, d'après les indications de M. Pasteur,

de manière à arrêter tous les organismes qui pourraient exister dans l'air.

» Je fais bouillir pendant trois quarts d'heure le liquide du ballon, de manière à tuer tous les organismes qui pourraient se trouver à l'extérieur et à l'intérieur des grains d'orge : j'expose ensuite l'appareil à une température de 30 degrés; au bout de quelques jours le liquide entre en fermentation, des gaz se dégagent : on trouve dans la liqueur de l'alcool et de l'acide lactique; la surface du liquide se recouvre d'une sorte de membrane gélatineuse.

» Dans cette expérience, l'influence des germes atmosphériques ne peut pas être invoquée ; c'est bien le grain d'orge qui, même après la coction, a pu former encore des ferments.

» Je pense que, dans cette expérience et d'autres qui vont suivre, M. Pasteur ne fera pas porter ses objections sur la forme et le nombre des courbures du col du ballon : j'ai vu M. Pasteur opérer, et j'affirme que j'ai fait tous mes efforts pour me rapprocher, autant que possible, des dispositions qu'il a adoptées : souvent même j'ai exagéré les précautions qu'il a indiquées.

*Levûre de bière.*

» 3e *expérience.* — Pour éclairer les questions qui se rapportent à la génération des ferments et démontrer qu'ils ne dérivent pas de germes spéciaux, il m'a paru intéressant de prouver qu'un ferment alcoolique organisé, comme la levûre de bière, pouvait donner naissance à un autre ferment, lorsqu'on faisait varier la composition du milieu fermentescible.

» J'ai partagé de la levûre de bière fraîche en deux poids égaux : j'ai introduit l'un dans de l'eau sucrée, et l'autre dans de l'eau sucrée, avec addition de craie : les deux liquides ont été laissés pendant le même temps à la température de 30 degrés; le premier a produit la fermentation alcoolique, tandis que le second a donné naissance à une fermentation lactique bien caractérisée : j'ai fait cristalliser facilement le lactate de chaux contenu dans la liqueur.

» Cette expérience me paraît contredire les idées de M. Pasteur fondées sur la production des ferments organisés dérivant de germes spéciaux, puisqu'un même ferment, la levûre de bière, peut à volonté donner la fermentation alcoolique ou la fermentation lactique.

Dans mes expériences, j'ai souvent employé de la craie; je sais qu'on pourrait me dire que la craie contient des organismes et peut-être des

germes de ferments : j'affirme que la craie que j'ai employée a été mise souvent avec des liqueurs sucrées et qu'elle n'a jamais produit de fermentation. En outre, dans les expériences qui vont suivre, les liquides calcaires ont toujours été soumis à une ébullition assez prolongée pour tuer les germes atmosphériques.

*Lait.*

» Le lait se prête parfaitement aux expériences les plus variées sur les fermentations, car il peut produire, comme tout le monde le sait, les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et acétique, et il ne se coagule pas par l'ébullition.

» 4[e] *expérience.* — J'ai d'abord reproduit, avec le lait, l'expérience que j'avais faite avec la levûre de bière : j'ai obtenu avec ce liquide des fermentations différentes en faisant varier simplement la réaction chimique du milieu.

» J'ai introduit dans trois flacons des quantités égales du même lait : le premier flacon contenait du lait pur; le second, du lait sucré; le troisième, du lait sucré avec addition de carbonate de chaux. Ces trois flacons ont été exposés à une température de 30 degrés.

» Le premier flacon a présenté la fermentation lactique simple; le second, la fermentation lactique et alcoolique; le troisième, les fermentations alcoolique, lactique et butyrique. Comment expliquer, dans les théories de M. Pasteur, ces trois ferments différents produits, suivant les circonstances de l'opération, par un même liquide, le lait?

» N'est-il pas plus naturel d'admettre que c'est le caséum, matière hémi-organisée, qui forme les trois ferments, suivant les conditions de l'expérience? L'habile chimiste de Neuchâtel en Suisse, M. le professeur Sacc, vient de m'écrire qu'il était arrivé aux mêmes résultats que moi, avec le caséum coagulé.

» 5[e] *expérience.* — Du lait sucré est introduit dans un ballon à col recourbé, maintenu à l'ébullition pendant un quart d'heure, puis abandonné dans l'étuve à 30 degrés : le liquide entre en fermentation dès le second jour : on trouve de l'alcool et de l'acide lactique dans la liqueur.

» 6[e] *expérience.* — La même expérience est répétée avec du lait conte-

nant du carbonate de chaux : on retrouve dans le liquide, après a fermentation, des quantités abondantes de lactate de chaux.

» M. Pasteur ne pourra plus ici faire jouer un rôle aux germes atmosphériques, car ils sont arrêtés par les courbures du col du ballon.

» En continuant l'expérience, pendant un certain temps, j'ai trouvé dans le liquide une forte proportion d'acide butyrique.

» Or on sait que, d'après M. Pasteur, la fermentation butyrique serait produite par des animaux.

» Leurs germes ne résistent pas à la température de l'eau bouillante, ils ne peuvent pas pénétrer dans un ballon à col recourbé : comment M. Pasteur expliquera-t-il la fermentation butyrique dans les conditions que je viens d'indiquer?

» Pensant qu'on me dirait peut-être que, dans les expériences précédentes, par une chaleur de 100 degrés, je n'avais pas tué les germes des ferments alcoolique, lactique et butyrique, j'ai introduit du lait dans des tubes effilés et recourbés, j'ai fait bouillir le liquide pendant un quart d'heure; l'air étant chassé des tubes, je les ai bouchés pendant l'ébullition du liquide, puis exposés pendant une heure à une température de 110 à 115 degrés, je les ai ouverts ensuite au moment où leur température était encore au-dessus de 100 degrés, et je les ai soumis à 30 degrés pendant quelques jours : dans tous ces liquides, la fermentation lactique s'est manifestée et le lait est devenu acide.

» Le même résultat a été obtenu avec du lait contenant du carbonate de chaux; il s'est formé dans ce cas du lactate de chaux.

» Qu'on me permette d'insister sur le détail de cette expérience : dans mes premiers essais, j'avais laissé refroidir mes tubes avant de les ouvrir; alors l'air se précipitait rapidement dans leur intérieur; avec cette disposition de l'expérience, j'ai compris qu'on pourrait m'adresser une objection sérieuse en soutenant que l'air s'introduisant avec rapidité dans mes tubes n'avait plus le temps de déposer ses germes sur les courbures du tube : aussi, dans tous mes autres essais, j'ai eu le soin d'ouvrir mes tubes lorsqu'ils se trouvaient encore à la température de 115 degrés. Alors le liquide entre rapidement en ébullition, une partie même se trouve projetée; ensuite il se refroidit lentement, l'air entre dans le tube à mesure que la vapeur se condense, et on se trouve ainsi exactement dans les conditions du ballon à col recourbé, que M. Pasteur a employé si souvent.

*Moût de raisin.*

» J'ai entrepris, comme on doit le penser, une foule d'expériences sur la fermentation du moût de raisin ; elles ne sont pas toutes terminées. Je les communiquerai successivement à l'Académie.

» Je rappelle ici que je ne partage, en aucune façon, l'opinion de M. Pasteur, qui fait dériver le ferment du raisin du *mycoderma vini.*

» Pour moi le raisin contient, sous un état qui n'est ni solide ni liquide, la matière *hémi-organisée* ou *protoplasmatique vivante* des botanistes, qui représente les cellules en voie de formation. Dès que cette matière a le contact de l'air, elle produit alors le ferment du raisin. Cette opinion me semble confirmée par les observations que je vais décrire.

» 7$^e$ *expérience.* — J'ai soumis les grains de raisin aux opérations suivantes :

» 1° J'ai retiré la pulpe extérieure du raisin, je l'ai grattée intérieurement et lavée avec le plus grand soin;

» 2° J'ai réuni sur un linge les membranes intérieures du grain que j'ai également lavées;

» 3° En pressant la pulpe sur un linge fin, j'ai obtenu un jus trouble;

» 4° Ce suc trouble, filtré à plusieurs reprises sur des filtres doubles, a donné un liquide absolument clair.

» Ces quatre parties du grain de raisin ont donné lieu aux observations suivantes.

» J'ai reconnu que la pulpe extérieure du grain et les membranes intérieures se comportent à peu près de la même manière, lorsqu'on les introduit dans de l'eau sucrée à une température de 30 degrés.

» Elles déterminent la fermentation du sucre, mais avec une certaine lenteur; elles forment de l'alcool et d'autres corps que j'étudie en ce moment : elles dégagent un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène : j'attribue leur action, comme ferment, à la substance protoplasmatique ou hémi-organisée, qui s'est déposée au contact de l'air et qui est restée adhérente aux membranes.

» De tous les éléments du grain de raisin, le suc trouble que l'on obtient en filtrant grossièrement, sur un linge très-fin, le raisin écrasé, est celui

qui fermente avec le plus de rapidité; mais ici se présentent plusieurs questions intéressantes.

» Quelle est la partie de ce suc qui produit la fermentation? Le ferment se trouve-t-il dans le liquide ou dans le corps insoluble? Quelle est l'action de l'air sur cette liqueur?

» J'ai constaté d'abord que l'air paraît agir immédiatement sur le suc du raisin; il augmente le trouble qui s'y trouvait et le réunit bientôt sous la forme d'un coagulum abondant.

» Le liquide, filtré à plusieurs reprises, s'éclaircit complétement.

» Considérant au microscope le précipité qui s'est produit à l'air, et faisant abstraction des tartrates insolubles et cristallisés qui s'y trouvent, j'ai vu qu'il était formé par un corps azoté, présentant comme une trame d'organisation incomplète.

» J'ai reconnu, en outre, que ce précipité faisait entrer en fermentation soit le suc du raisin, soit l'eau sucrée.

» Quant au suc éclairci par l'exposition à l'air et les filtrations successives, j'ai constaté qu'il perdait ses facultés fermentescibles à mesure qu'il devenait plus limpide, et qu'un suc absolument clair pouvait rester un mois dans l'étuve sans éprouver de fermentation; tandis que le même suc fermente en douze heures lorsqu'il est trouble ou qu'il peut se troubler à l'air.

» Ces observations me conduisent à des conséquences qui intéressent la production et la conservation des vins, sur lesquelles je reviendrai plus tard.

» Je me contente, quant à présent, de faire remarquer qu'elles confirment mes opinions sur le mode de production des ferments, et qu'elles se trouvent en opposition avec celles de M. Pasteur.

» Pour moi, en effet, le suc de raisin trouble contenait le protoplasma des botanistes, la matière hémi-organisée vivante; c'est elle qui produit à l'air le ferment alcoolique, tantôt insoluble, tantôt organisé. Ce qui confirme cette opinion, c'est que le suc, une fois éclairci, c'est-à-dire privé, par l'exposition à l'air et la filtration, de son principe hémi-organisé vivant, a perdu en partie son pouvoir fermentescible.

» Mais, dans les idées de M. Pasteur, qui admet que le moût de raisin ne fermente que lorsqu'il reçoit de l'air le germe du *mycoderma vini*, comment peut-on comprendre d'abord la puissance fermentescible du précipité que forme le moût de raisin et ensuite l'inertie du moût filtré?

» L'ensemencement atmosphérique de M. Pasteur me paraît ici inac-

ceptable; en effet, si l'air contenait tous ces germes du *mycoderma vini* dont parle notre confrère, je ne vois pas pourquoi du suc de raisin bien éclairci par des filtrations à l'air, et ayant reçu par conséquent des germes de *mycoderma vini*, n'entrerait pas en fermentation avec rapidité.

» Je ne veux pas dire ici que du moût de raisin éclairci à l'air n'entrera plus jamais en fermentation; j'affirme seulement qu'il y a une différence énorme entre les propriétés fermentescibles d'un suc, au moment où il sort du fruit, et celles du même suc éclairci à l'air : le premier fermente au bout de douze heures, tandis que je conserve le second depuis un mois dans mon laboratoire, et il ne fermente pas : donc les germes de l'air sont sans influence sur la fermentation du moût de raisin.

*Décomposition des corps organiques par l'action des moisissures.*

» Lorsque j'ai dit à M. Pasteur qu'il ne fallait pas confondre les phénomènes de fermentation produits par les ferments avec ceux qui sont déterminés par les moisissures, tout le monde m'a compris : j'ai voulu dire que les premiers sont *instantanés*, tandis que les autres sont *secondaires*.

» Mais je n'ai jamais entendu séparer mes études chimiques sur les ferments de celles que je poursuis parallèlement sur les moisissures : il existe entre ces deux agents de destruction des liens que je ne pouvais pas méconnaître.

» Et du reste, si j'avais négligé l'examen des moisissures, je me serais privé d'un des arguments que j'opposerai à la théorie de M. Pasteur, sur l'origine des ferments.

» Mes observations ont porté sur les moisissures produites par l'acide tartrique, le citrate de magnésie, la décoction de noix de galle, les eaux de lavage du noir animal des raffineries, le péricarpe des poires, le moût de bière et le moût de raisin.

» 8e *expérience*. — Avant de soumettre les moisissures aux épreuves de la fermentation, je les ai examinées avec soin au microscope, pour ne pas m'exposer au reproche que m'a adressé M. Pasteur, de négliger dans mes recherches les observations microscopiques.

» J'ai reconnu que les moisissures étaient formées tantôt par des cellules isolées de grosseur et de forme différentes, comme les spores du *Penicillium glaucum* ou du *mycoderma vini*, tantôt par des tubes transparents et fila-

menteux, contenant dans leur intérieur des grains organisés comparables à ceux qui constituent la levûre de bière.

» Lorsqu'on comprime légèrement ces tubes dans l'eau, ils se vident en partie et laissent sortir dans le liquide une quantité abondante de ces grains organisés.

» J'ai recueilli ces grains, comme on récolte de la levûre de bière et j'ai étudié leur action sur les liquides fermentescibles.

» Il est résulté de mes observations que tous ces grains organisés sont de véritables ferments, dont l'action varie suivant leur origine et les organismes qui les ont produits, et qu'ils peuvent donner surtout les fermentations lactique et butyrique.

» Cette observation me paraît bien difficile à expliquer dans les idées de M. Pasteur.

» En effet, que soutient notre confrère? c'est que les fermentations alcoolique, lactique et butyrique sont produites par des germes atmosphériques que l'air sème dans des milieux fermentescibles qui servent simplement de nourriture à ces germes.

» Et moi, observant le développement d'une moisissure qui se produit par exemple dans l'acide tartrique, je vois apparaître dans le liquide, d'abord des tubes incolores qui se remplissent bientôt de petits grains organisés; ces grains grossissent, prennent de la couleur et de la densité; bientôt ils sortent de leur enveloppe tubulaire, s'épanchent dans le liquide *et sont devenus alors de véritables ferments.*

» On assiste donc ainsi, comme je l'avais vu précédemment pour l'orge, à la production des ferments organisés; on les voit se former dans l'intérieur de tubes organisés où les prétendus germes atmosphériques de M. Pasteur n'ont jamais pu pénétrer.

» Telles sont les premières expériences que j'oppose aux opinions de M. Pasteur, sur les fermentations. Il m'est facile de les résumer en deux mots.

» En étudiant les ferments produits par l'orge, le lait, le moût de raisin et les moisissures, je n'ai pas rencontré encore un seul fait confirmant cette théorie de M. Pasteur, qui fait dériver les ferments alcoolique, lactique et butyrique de germes atmosphériques; tandis que tous les faits relatifs à la formation des ferments s'expliquent en admettant que les corps hémi-organisés sont réellement vivants.

» Avant de continuer la publication de mes recherches sur les fermentations, j'attendrai donc la réponse que M. Pasteur m'adressera.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de dire à l'Académie que, dans mes expériences sur les fermentations, je suis secondé avec beaucoup d'intelligence par un jeune chimiste très-habile, M. Maudet. »

**M. Dumas** soumet à M. Fremy les remarques et la proposition suivantes :

« Après avoir écouté avec grande attention le Mémoire de notre excellent confrère, je ne puis, dit-il, que réserver mon opinion.

» Les appareils que M. Fremy place sous les yeux de l'Académie, ne reproduisent pas ceux dont M. Pasteur s'est servi; je ne retrouve pas non plus, je l'avoue, dans l'exposé de ses expériences, du moins tel qu'il a été lu devant nous, l'indication des soins délicats et minutieux, indispensables à leur succès.

» J'ai fait partie de la Commission devant laquelle ont été répétées les expériences de M. Pasteur; je sais de quelles précautions elle s'est entourée dans ses propres épreuves, et je suis, pour une part du moins, garant des conclusions qu'elle en a tirées. Il m'est donc permis, en toute courtoisie, d'exprimer un vœu et de faire une proposition qui me semblent de nature à permettre que la vérité se fasse jour.

» Voici mon vœu : je voudrais écarter de ce débat, les personnes, les opinions, les interprétations, les doctrines.

» Voici ma proposition : Il s'agit d'un fait; car tout peut se résumer en un fait. M. Pasteur l'affirme; la Commission l'a confirmé; M. Fremy le nie-t-il ? Eh bien ! que l'expérience soit répétée par nos deux confrères, devant tels membres de l'Académie qu'elle voudra désigner, mais répétée contradictoirement, et chacun d'eux ayant le droit d'en discuter les détails, en pleine liberté.

» Jusque-là, comme je ne retrouve, et je suis prêt à m'en expliquer, ni dans les conditions où notre confrère M. Fremy s'est placé, ni dans les appareils qu'il met sous nos yeux, les conditions et les appareils dont M. Pasteur et la Commission ont fait usage, je ne puis me décider à accepter ses conclusions. »

*Réponse de* **M. Balard** *à* M. Fremy.

« J'espérais que notre confrère regarderait comme verbales les observations personnelles qu'il m'avait adressées devant l'Académie, avant de décrire ses expériences. Puisqu'il a cru devoir les mettre au *Compte rendu*, il me force à y insérer moi-même ce que j'ai répondu. Les paroles de notre

Secrétaire perpétuel, M. Dumas, me permettent, toutefois, de le faire d'une manière brève.

» Je crois aussi fermement que M. Fremy à l'utilité des discussions scientifiques; la vérité en ressort toujours plus brillante. Comme lui, j'ai la conscience d'avoir rempli un devoir envers la science, en prenant part au débat actuel, même sans interpellation préalable de sa part, ainsi qu'il l'avait fait en intervenant spontanément, de son côté, en faveur de l'opinion de M. Liebig, contre celle de M. Pasteur.

» Ce devoir, je n'hésiterai jamais à l'accomplir; dans la discussion actuelle, il était pour moi plus impérieux encore. Membre et même rapporteur de la Commission qui a vérifié les expériences de M. Pasteur, et qui s'est étroitement associée à ses conclusions par son approbation réfléchie, je devais montrer qu'elles étaient inconciliables avec la théorie de l'hémi-organisme. Dans le cas où notre confrère les aurait attaquées, c'était au Rapporteur qu'il incombait de les défendre. M. Fremy ne les accepte ni ne les attaque ouvertement, il est vrai; il préfère les écarter de la discussion actuelle, en disant qu'elles n'ont aucun rapport avec elle; à mon avis, et c'est en cela que nous différons, elles en sont le fondement si nécessaire, que je ne puis accorder qu'on les mette en oubli.

» Je n'ai pas publié d'expériences sur les fermentations, mais j'en ai fait et j'ai appris de M. Pasteur de quelles précautions il faut s'entourer, pour qu'elles soient concluantes. Aussi, en entendant décrire celles dont notre confrère vient de nous entretenir, il s'est présenté, à moi, comme à M. Dumas, une foule d'objections graves. Mais, je ne veux pas entrer dans le débat. M. Pasteur, rétabli, le fera lui-même, s'il le juge nécessaire, et certes, il n'a pas besoin de défenseur, comme le dit très-bien M. Fremy.

» Il n'aurait pas non plus besoin de panégyristes, s'il ne rencontrait quelquefois des contradicteurs disposés à nier ou à amoindrir ce qu'il a fait de grand pour la science et d'utile pour le pays. J'accepte donc comme un éloge la qualification que m'adresse notre confrère. Je sens que je resterai rebelle à ses conseils, et que je ne saurai jamais me corriger de l'ardeur du vrai et de l'amour du beau. »

**M. Balard** comptait lire à l'Académie, dans la séance de ce jour, une réponse aux observations faites par M. *P. Thenard*, sur les procédés de conservation des vins par le chauffage.

L'heure étant trop avancée, au moment où la parole a pu lui être donnée, M. Balard ajourne cette lecture.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les lois des mouvements d'écoulement des liquides dans les espaces capillaires; par* **M. E. Duclaux.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur les lois de l'écoulement des liquides à travers les espaces capillaires. Après avoir brièvement rappelé les résultats auxquels est arrivé M. Poiseuille, je montre que les lois découvertes par cet habile expérimentateur sont générales, et s'appliquent aussi bien aux espaces capillaires à parois de verre, aux cloisons poreuses de plâtre, de charbon de terre ou de terre de pipe, aux membranes animales, qu'aux tubes capillaires ordinaires. Le volume V d'un liquide écoulé dans l'unité de temps est, dans chaque cas, représenté par une expression de la forme $V = KH\frac{D^4}{L}$, où H est la pression sur l'unité de surface, D et L le diamètre et la longueur du tube d'écoulement.

» Seulement la valeur de la quantité K, envisagée jusqu'ici comme une constante propre au liquide, ne reste pas la même lorsqu'on passe d'une cloison capillaire à une autre, mais éprouve de petites variations de grandeur, autour d'une valeur moyenne. On est donc conduit à admettre une véritable influence de la nature de la paroi sur la vitesse d'écoulement.

» Cette influence dépend des actions moléculaires qui s'exercent au contact du solide et du liquide. Dans le cas particulier qui nous occupe, leur résultat est d'immobiliser au contact de la paroi une couche fluide, dont je démontre directement l'existence, dont je prouve de plus que l'épaisseur est variable d'une substance à l'autre, et dont la composition est, en général, différente de celle du reste du liquide.

» Mais pour apprendre à en mieux connaître la nature, j'étudie d'une manière générale les phénomènes qui se produisent lorsqu'on met, en présence des corps, différents solides, liquides ou gazeux, et sans action chimique les uns sur les autres. Ces corps conservent rarement alors leur nature ou leur constitution primitive; d'ordinaire, ils se groupent en systèmes nouveaux, en équilibre qu'on pourrait appeler instable, puisqu'il dépend de la nature et de la proportion des substances en présence, de la température, du temps du contact, mais qui se reproduit identique à lui-même, avec une grande régularité, lorsque les circonstances extérieures

sont identiques. Cet équilibre reste pourtant toujours sujet à être troublé par les causes les plus légères en apparence, et son étude est délicate.

» Le cas où elle est la plus facile est le cas, depuis longtemps connu et étudié, des phénomènes d'absorption exercée par un solide, par exemple sur une solution saline mise en contact avec lui; mais les lois trouvées pour cette série de faits sont tout à fait générales, et servent à l'explication de tous les faits analogues. J'examine surtout les formes remarquables que peuvent revêtir les phénomènes d'absorption, lorsqu'on prend le papier ordinaire à filtrer comme substance absorbante, et les bains de matière colorante comme solution saline.

» Les actions moléculaires une fois bien connues, leur influence perturbatrice sur les lois de l'écoulement devient évidente, surtout lorsqu'on voit que toute variation des premières, dans un certain sens, est accompagnée d'une variation de même sens dans les secondes.

» Une fois arrivés en ce point, nous touchons aux phénomènes d'endosmose. Si l'on veut bien admettre en effet, ainsi que cela résulte des faits insérés au mémoire, qu'une substance quelconque, introduite dans un liquide complexe, ou, ce qui revient au même, mouillée sur ses deux faces de deux liquides différents, s'imbibe de l'un à l'exclusion de l'autre, ou même de préférence à cet autre, on arrive à cette conclusion déjà connue comme hypothèse, mais non démontrée, à ma connaissance, que les phénomènes d'endosmose ne sont que des cas particuliers des phénomènes de diffusion. C'est là la conséquence que je développerai dans un prochain travail. »

MÉCANIQUE. — *Étude des effets mécaniques du marteau pilon américain.* Mémoire de **M. H. Resal**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Le travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie m'avait été demandé, peu de temps avant sa mort, par M. Combes, qui comptait utiliser le marteau à ressort, pour éprouver les rails par *vibrations*, selon sa propre expression.

» J'ai dû préalablement poser les équations polaires relativement aux ressorts circulaires à lames étagées à l'intérieur.

» En appliquant les formules auxquelles je suis ensuite parvenu, pour la machine, aux données résultant du levé du marteau établi dans la

la fabrique de quincaillerie de M. Gautier, je suis arrivé à conclure que, lorsque le régime est établi, la vitesse, au moment du choc, est à peu près le triple de celle du bouton de la manivelle. »

**M. Sichel** fils adresse la description et le dessin d'un nouvel ophtalmoscope, permettant à deux observateurs d'examiner simultanément le fond de l'œil d'un même sujet.

Cet appareil diffère surtout de celui de MM. Wecker et Roger, qui a été présenté à l'Académie le 4 avril 1870, par l'emploi d'un seul prisme rectangle, agissant par réflexion totale. L'observateur principal, celui qui doit faire la démonstration, reçoit directement une partie des rayons réfléchis par un miroir concave, au travers d'une ouverture, comme dans les ophtalmoscopes ordinaires. Un second observateur reçoit une autre partie de ces mêmes rayons, déviés par le prisme qui empiète en partie sur cette ouverture.

(Commissaires : MM. Fizeau, Nélaton, Larrey.)

**M. H. Poulain** adresse, comme complément à son précédent Mémoire intitulé « Projet d'un nouveau type de navires de guerre, sans roulis ni tangage » : 1° les planches qui se rapportent à ce Mémoire; 2° deux autres Mémoires, également accompagnés de planches.

Ces pièces seront transmises avec les précédentes, conformément au désir exprimé par l'auteur, à la Commission du prix relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire.

**M. Tissot** adresse une Note relative aux ravages du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

**M. Netter, M. Funkhouser** adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

**M. Trémaux** adresse un Complément à ses Communications précédentes.

(Renvoi à la Commission.)

**M. E. Miniac** adresse un Mémoire concernant la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Procès-verbaux des séances de la Conférence géodésique internationale, pour la mesure des degrés en Europe et de la Commission permanente, réunies à Vienne en septembre 1871;

2° Une brochure de M. *E. Romant*, intitulée « Quelques considérations théoriques et pratiques sur les causes de la maladie de la vigne »;

3° Un Rapport imprimé, portant pour titre « Effets de la dynamite. Procès-verbal des démonstrations faites le 27 janvier 1872, au fort de Montrouge, devant S. M. l'Empereur du Brésil, par MM. *P. Barbe* et *Brüll* »;

4° La 9e livraison des « Annales du Musée public de Buenos-Aires;

5° « L'Année scientifique et industrielle », par M. *L. Figuier* (15e année, 1870-1871).

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie une brochure de M. *J. Plateau,* intitulée « Une expérience relative à la question de la vapeur vésiculaire », donne lecture du passage suivant de la lettre d'envoi :

« Bien que l'hypothèse de l'état vésiculaire de la vapeur d'eau visible soit aujourd'hui à peu près abandonnée, il ne me paraît pas sans intérêt de décrire une expérience qui constitue, selon moi, un puissant argument contre cette hypothèse.

» On sait, d'après un travail de M. Duprez, que, lorsqu'un vase plein d'eau est retourné, l'orifice ouvert en bas, il n'est pas nécessaire, pour que l'eau y demeure suspendue, que cet orifice soit très-étroit : à l'aide de précautions particulières, M. Duprez a soutenu ainsi l'eau dans un tube vertical ayant près de 20 millimètres de diamètre intérieur. Si, de l'eau étant suspendue de la sorte, avec une surface libre qui regarde le sol, on amène au contact de cette surface une très-petite bulle creuse d'eau, l'air que contient celle-ci est chassé aussitôt, par la pression de son enveloppe, dans l'intérieur du liquide, à travers lequel il s'élève ensuite en vertu de sa légèreté spécifique.

» Cela étant, imaginons que, d'une certaine distance au-dessous de la surface de l'eau suspendue, monte un courant de vapeur d'eau visible. Si cette vapeur se compose de vésicules, chacune de celles qui viendront se mettre en contact avec la surface liquide devra introduire dans l'eau une bulle d'air microscopique, de sorte que l'ensemble de ces petites bulles devra former dans l'eau un nuage qui s'y élèvera lentement, et en altérera la transparence. Or M. Duprez a bien voulu, à ma prière, essayer l'expérience; mais, bien que le courant de vapeur visible ait été maintenu pendant une demi-heure, l'eau qui était suspendue dans un tube en verre, de 13 millimètres de diamètre intérieur, a conservé toute sa limpidité. »

GÉOMÉTRIE. — *Généralisations du théorème de Meusnier.* Note de **M. A. Mannheim**, présentée par M. Serret.

« Le théorème de Meusnier se démontre de bien des manières. La démonstration nouvelle de ce théorème, telle que je la donne dans mon cours à l'École Polytechnique, m'ayant conduit aux généralisations dont je vais parler, je crois utile de la reproduire.

» Voici d'abord deux définitions : J'appelle *axe de courbure* d'une courbe, la droite d'intersection de deux plans normaux à cette courbe menée de deux de ses points infiniment voisins; cette droite n'est autre que la perpendiculaire au plan osculateur de la courbe et passant par le centre de courbure de celle-ci ;

» J'appelle *axe de courbure* d'une développable, la droite d'intersection de deux plans normaux à cette surface, menés par deux de ses génératrices infiniment voisines (1).

» Appelons (S) une certaine surface et menons d'un point $a$ de cette surface la normale A. Soient $a_1$ un point infiniment voisin de $a$ et $A_1$ la normale menée de ce point à (S). Par la droite A, menons un plan perpendiculaire à l'élément $aa_1$ et appelons $\alpha$ la trace de $A_1$ sur ce plan : $\alpha$ n'est autre que le point de contact de ce plan avec l'élément de normalie (2) à (S) déterminé par A et $A_1$.

» Considérons toutes les courbes tracées sur (S) qui contiennent les points $a$ et $a_1$. En $a$, toutes ces courbes ont même plan normal. En $a_1$, les plans normaux à ces courbes sont différents, mais leurs traces sur le plan normal commun passent évidemment toujours par $\alpha$, puisqu'ils contiennent tous la normale $A_1$. Ces traces sont des axes de courbure; nous pouvons donc dire :

» THÉORÈME I. — *Lorsque les courbes tracées sur une surface ont entre elles un contact du premier ordre en un point $a$, les axes de courbure de ces courbes qui correspondent à ce point passent par un même point $\alpha$.*

» Si, en particulier, on considère la courbe déterminée par le plan normal à (S), et qui est tangent à toutes ces courbes, le centre de courbure de la section ainsi obtenue n'est autre évidemment que le point de convergence $\alpha$ des axes de courbure dont je viens de parler.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 13 juin 1870.

(2) J'appelle *normalie* à une surface (S), une surface dont les génératrices sont normales à (S).

» Nous voyons donc qu'il suffit de *projeter le centre de courbure d'une section normale à* (S), *sur une section oblique qui lui est tangente, pour avoir le centre de courbure de celle-ci.*

» Pour arriver au théorème I, j'ai mené au point $a$ un plan perpendiculaire à $aa_1$; menons maintenant un plan par la normale A, c'est-à-dire normal à (S), et contenant la tangente conjugée de $aa_1$.

» En prenant des courbes sur (S) passant par les points $a$ et $a_1$, on aura pour chacune de ces courbes en $a_1$ un plan analogue à celui-ci. Les traces de tous ces plans sur le premier passeront par le point $\beta$, trace de $A_1$ sur ce premier plan.

» Ces traces sont les axes de courbure des développables circonscrites à (S) le long des courbes qui contiennent les points $a$ et $a_1$; nous pouvons donc dire :

» THÉORÈME II. — *Lorsque des courbes tracées sur une surface ont entre elles un contact du premier ordre en un point* $a$, *les développables circonscrites le long de ces courbes ont pour axes de courbure correspondant à ce point des droites passant par un même point* $\beta$.

» Prenons sur (S) trois points infiniment voisins $a$, $a_1$, $a_2$, et appelons toujours A, $A_1$, $A_2$ les normales à (S) menées de ces points.

» Toutes les courbes qui contiennent ces trois points auront mêmes plans normaux aux points $a$ et $a_1$. Au point $a_2$ le plan normal sera différent pour chacune de ces courbes, mais il contiendra toujours la normale $A_2$.

» L'enveloppe des plans normaux menés de tous les points d'une courbe est la surface que Monge a appelée *surface polaire*. Considérons les surfaces polaires de toutes nos courbes ainsi que les normalies à (S) dont ces courbes sont directrices. Ces normalies ont trois génératrices communes A, $A_1$, $A_2$. Les surfaces polaires sont tangentes entre elles le long de l'axe de courbure commun à toutes nos courbes.

» Appelons $\alpha_1$ la trace de $A_2$ sur le plan normal commun en $a_1$ à toutes nos courbes. Par le point $\alpha_1$ passe toujours une génératrice de nos surfaces polaires. Celles-ci sont donc circonscrites à la normalie le long de courbes ayant en commun les deux points $\alpha$ et $\alpha_1$, et, en appliquant le théorème II nous pouvons énoncer le théorème suivant :

THÉORÈME III. — *Lorsque des courbes tracées sur une surface ont entre elles un contact du deuxième ordre, les axes de courbure de leurs surfaces polaires passent par un même point.*

» Opérons sur ce théorème comme nous l'avons fait pour le théorème I.

Celui-ci nous avait conduit au théorème de Meusnier; le théorème III va nous conduire à un nouveau et intéressant théorème.

» Considérons toutes les sphères passant par les trois points infiniment voisins $a$, $a_1$, $a_2$ et leurs intersections avec (S). La surface polaire d'une de ces courbes rencontre la sphère qui la détermine suivant la développée sphérique de cette courbe correspondant au point $a$. L'axe de courbure de cette surface polaire passe par le centre de la sphère et par le centre de courbure sphérique de cette développée. Nous voyons donc que le théorème III nous donne celui-ci :

THÉORÈME IV. — *Lorsque, par le cercle osculateur en $a$ d'une courbe tracée sur une surface* (S) *on fait passer des sphères, celles-ci coupent* (S) *suivant des courbes dont on obtient les centres de courbure de leurs développées sphériques en projetant un point fixe $\beta$ sur ces sphères.*

» Parmi toutes ces sphères, celle dont le rayon est infini, se réduit au plan osculateur de la courbe donnée sur (S). Si l'on élève à ce plan une perpendiculaire du centre de courbure de la développée de cette courbe, on a une droite qui passe par le point $\beta$. Ce point est du reste dans le plan normal à (S) tangent à la courbe donnée. Il est donc facile à construire.

» Revenons au théorème III et généralisons-le, en considérant sur la surface (S) non plus trois points $a$, $a_1$, $a_2$, mais $(n+1)$ points infiniment voisins.

» Appelons *deuxième surface polaire* d'une courbe l'enveloppe des plans normaux à la première surface polaire menés suivant les génératrices de cette surface, *troisième surface polaire* la surface polaire de celle-ci, et ainsi de suite.

» Prenons sur (S) les points infiniment voisins $a, a_1, \ldots, a_n$.

» Toutes les courbes passant par ces points auront pour premières surfaces polaires des surfaces qui toucheront les normalies dont ces courbes sont les directrices suivant des courbes ayant $n$ points communs, c'est-à-dire un nombre égal au nombre des points communs aux courbes tracées sur (S) diminué d'une unité.

» En prenant les deuxième, troisième surfaces polaires, on diminuera chaque fois d'une unité le nombre des points communs des courbes suivant lesquelles ces surfaces sont circonscrites aux normalies que l'on est conduit à considérer.

» Les $(n-1)^{ièmes}$ surfaces polaires sont circonscrites à une normalie suivant des courbes ayant deux points infiniment voisins communs. Il résulte alors du théorème II le théorème général suivant :

THÉORÈME V. — *Lorsque des courbes tracées sur une surface ont entre elles un contact du $n^{ième}$ ordre, leurs $(n-1)^{ièmes}$ polaires ont pour axes de courbure des droites passant par un même point.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études chimiques sur les landes de Bretagne ;* *par* **M. A. Bobierre.** (Extrait.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'examen de l'Académie, j'examine comparativement la composition des cendres végétales obtenues par l'analyse de plantes développées spontanément sur la terre de la lande, puis la composition des cendres dont les fumures et les apports d'engrais calcaires ont puissamment modifié la nature.

» La terre de lande, objet de mon expérience, est située dans la Loire-Inférieure. On peut la considérer comme une masse siliceuse divisée par des substances organiques humiques, à réaction très-acide, et dans laquelle de nombreuses radicelles entretiennent un état de porosité très-manifeste.

» Dans le tableau de mes analyses, on voit l'acide silicique, qui représentait 68,62 pour 100 de la terre de lande, s'élever jusqu'à 85 pour 100 de la cendre des jeunes herbes. D'autre part, les sels alcalins s'élèvent immédiatement sous l'influence des amendements calcaires. C'est ainsi que la cendre du grand ajonc, venu dans la lande, m'a fourni 7,25 de sels alcalins pour 100 de cendres, tandis que le même végétal venu à Grand-Jouan, sur terre chaulée et fumée, et qui m'a été remis par M. J. Rieffel, donnait à l'analyse 13,50 pour 100 des mêmes sels.

» Telle est la pauvreté en sels alcalins, des végétaux venus sur la lande objet de mes études, que, dans 100 parties de cendres de bruyères, je n'ai quelquefois trouvé que 3,80 de sels alcalins. Un pin de six ans (jeunes branches et feuilles) donnait des cendres renfermant 23,50 de sels alcalins, accusant ainsi l'aptitude condensatrice de ce végétal, dans un sol relativement pauvre. Mon Mémoire contient la composition des cendres de ce pin, comparée à celle qu'ont déterminée d'autres expérimentateurs.

» En résumé, si mes analyses établissent des écarts remarquables dans la composition des cendres de végétaux venus spontanément dans la lande, ou cultivés dans la lande défrichée, je crois que, conformément aux traditions chèrement acquises par les cultivateurs bretons, il faut considérer *tel ou tel élément minéral comme impérieusement nécessaire à la prospérité de telle ou telle culture*. Quoi qu'on ait pu dire, et bien que les végétaux subissent quelquefois ce que j'appellerais volontiers des *écarts de régime*, la présence des éléments minéraux dans les substances organisées est d'ordre physiologique et non *un accident*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la contraction des solutions de sucre de canne au moment de l'inversion et sur un nouveau procédé saccharimétrique.* Note de **M. G. Chancel**, présentée par M. Cahours.

« Jusqu'à présent, on n'avait aucune donnée précise sur les densités des solutions de sucre interverti (1). Des recherches dont je m'occupe en ce moment m'ont amené à les déterminer, en les déduisant de l'observation des phénomènes physiques qui accompagnent l'inversion.

» Ayant constaté que, toutes les fois qu'on intervertit le sucre de canne par l'un des moyens connus, la solution diminuait très-sensiblement de volume, j'ai cherché à mesurer la contraction qui correspondait à une quantité connue de ce sucre (2).

» L'appareil dont je me suis servi se compose d'un matras jaugeant de 50 à 100 centimètres cubes, auquel est soudé un tube d'environ 20 centimètres de longueur et d'un diamètre intérieur de 1 à 2 millimètres. Ce tube, calibré avec soin, est divisé en parties d'égale capacité; il se termine à son extrémité supérieure par un cylindre de 12 à 15 millimètres de diamètre, servant d'entonnoir, et assez long pour être scellé à plusieurs reprises. Par des expériences préalables, on a déterminé rigoureusement, à la température de la glace en fusion, la capacité totale jusqu'au zéro de la graduation, ainsi que la valeur des divisions de l'échelle.

» Pour provoquer l'inversion du sucre de canne, j'ai employé l'acide sulfurique, en ayant soin de ne pas en ajouter plus d'un centième du poids de la solution. La contraction correspondante à l'inversion a été déterminée ainsi qu'il suit.

» Le sucre de canne, exactement pesé, est dissous dans une quantité d'eau suffisante; la solution est introduite dans l'appareil, refroidie à zéro, puis additionnée de la quantité nécessaire d'acide sulfurique dilué pour produire l'inversion. On achève ensuite de remplir avec de l'eau pure, en ayant soin d'agiter le mélange pour le rendre homogène.

» L'appareil est alors maintenu dans de la glace fondante jusqu'à ce que le volume du liquide reste constant. Dans ces circonstances, un commencement d'inversion n'est pas à craindre, car j'ai reconnu que, même après vingt-quatre heures, le volume du liquide ne subit aucune diminu-

(1) Les observations de MM. Graham, Hoffmann et Redwood se rapportent au sucre de fécule, mais non au sucre interverti.

(2) La contraction ou, ce qui revient au même, l'augmentation de densité d'une solution de sucre de canne au moment de l'inversion a déjà été signalée par Graham; mais l'observation de ce savant n'est accompagnée d'aucune mesure.

tion. Lorsque la solution est à zéro, on scelle l'appareil à la lampe et on l'expose, pendant huit à dix minutes, à la chaleur du bain-marie, puis on laisse refroidir, en maintenant chaude la chambre supérieure, pour éviter toute condensation de vapeur. La solution étant alors ramenée à la température de zéro, on note de nouveau le volume.

» Dans ces expériences, il importe de ne pas chauffer trop longtemps le mélange, car alors il se colore en jaune plus ou moins foncé, surtout quand les solutions sont concentrées. Lorsque cette coloration se produit, on obtient pour la contraction une valeur trop faible.

» L'expérience démontre que la contraction observée augmente avec la richesse de la solution, mais qu'elle ne varie pas proportionnellement aux quantités de sucre qu'elle contient.

» Les contractions étant déterminées, il faut de nouveau remplir l'appareil, à la température de zéro, avec des solutions contenant des quantités de sucre de canne égales à celles sur lesquelles on a déjà opéré, mais, cette fois, exemptes d'acide sulfurique. Une pesée donne alors la densité et la richesse, en centièmes, de la solution de sucre de canne. D'un autre côté, la valeur de la contraction fait connaître le volume à zéro après l'inversion, et permet de calculer la densité de la solution de sucre interverti. Comme 19 grammes de sucre de canne fournissent exactement 20 grammes de sucre interverti, on aura la proportion centésimale de ce dernier sucre en multipliant par le rapport $\frac{20}{19}$ le poids correspondant du sucre de canne.

» A l'aide de ces données, j'ai obtenu, par interpolation, la table ci-dessous, qui fait voir que, pour des solutions de sucre de canne et de sucre interverti de même richesse, les densités sont très-voisines :

| Richesse en centièmes de la solution. | Densité à zéro de la solution de sucre de canne. | Diff. | Densité à zéro de la solution de sucre interverti. | Diff. |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,0000 | 40 | 1,0000 | 41 |
| 1 | 1,0040 | 40 | 1,0041 | 41 |
| 2 | 1,0080 | 41 | 1,0082 | 41 |
| 3 | 1,0121 | 41 | 1,0123 | 41 |
| 4 | 1,0162 | 41 | 1,0164 | 42 |
| 5 | 1,0203 | 41 | 1,0206 | 42 |
| 6 | 1,0244 | 42 | 1,0248 | 42 |
| 7 | 1,0286 | 42 | 1,0290 | 42 |
| 8 | 1,0328 | 42 | 1,0332 | 42 |
| 9 | 1,0370 | 43 | 1,0374 | 43 |
| 10 | 1,0413 | 43 | 1,0417 | 43 |
| 11 | 1,0456 | 43 | 1,0460 | 43 |
| 12 | 1,0499 | 43 | 1,0503 | 43 |
| 13 | 1,0542 | | 1,0546 | |
| 13 | 1,0542 | 44 | 1,0546 | 44 |
| 14 | 1,0586 | 44 | 1,0590 | 44 |
| 15 | 1,0630 | 44 | 1,0634 | 44 |
| 16 | 1,0674 | 44 | 1,0678 | 44 |
| 17 | 1,0718 | 45 | 1,0722 | 44 |
| 18 | 1,0763 | 45 | 1,0766 | 45 |
| 19 | 1,0808 | 46 | 1,0811 | 45 |
| 20 | 1,0854 | 46 | 1,0856 | 45 |
| 21 | 1,0900 | 46 | 1,0901 | 46 |
| 22 | 1,0946 | 46 | 1,0947 | 46 |
| 23 | 1,0992 | 47 | 1,0993 | 46 |
| 24 | 1,0039 | 47 | 1,1039 | 47 |
| 25 | 1,0086 | | 1,1086 | |

» La table suivante donne la contraction, ainsi que le volume à zéro, après l'inversion, d'une solution de sucre de canne suivant sa richesse, son volume à zéro avant l'inversion étant pris pour unité :

| Sucre de canne en centièmes. | Volume à 0° après l'inversion. | Contraction. | Sucre de canne. en centièmes. | Volume à 0° après l'inversion. | Contraction. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,00000 | 0,00000 | 13 | 0,99680 | 0,00320 |
| 1 | 0,99971 | 0,00029 | 14 | 0,99659 | 1,00341 |
| 2 | 0,99943 | 0,00057 | 15 | 0,99639 | 0,00361 |
| 3 | 0,99916 | 0,00084 | 16 | 0,99620 | 0,00380 |
| 4 | 0,99889 | 0,00111 | 17 | 0,99601 | 0,00399 |
| 5 | 0,99863 | 0,00137 | 18 | 0,99582 | 0,00418 |
| 6 | 0,99838 | 0,00162 | 19 | 0,99564 | 0,00436 |
| 7 | 0,99814 | 0,00186 | 20 | 0,99546 | 0,00454 |
| 8 | 0,99790 | 0,00210 | 21 | 0,99528 | 0,00472 |
| 9 | 0,99767 | 0,00233 | 22 | 0,99511 | 0,00489 |
| 10 | 0,99744 | 0,00256 | 23 | 0,99495 | 0,90505 |
| 11 | 0,99722 | 0,00278 | 24 | 0,99478 | 0,00522 |
| 12 | 0,99701 | 0,00299 | 25 | 0,99462 | 0,00538 |

» Ces nombres montrent que la diminution de volume qu'éprouve une solution de sucre de canne, par le fait de l'inversion, est considérable, et qu'elle est par conséquent susceptible d'être déterminée avec exactitude. Dès lors la mesure de la contraction peut servir à doser la quantité de sucre de canne que contient une solution proposée. J'ai fondé sur ce principe une nouvelle méthode saccharimétrique; elle m'a donné des résultats satisfaisants, et comparables, quant à la précision, à ceux que l'on obtient par la polarisation rotatoire. Si, comme je l'espère, je parviens à modifier l'appareil de façon à le rendre plus pratique, ce mode de détermination pourra être employé avec avantage dans nombre de cas où les procédés actuels ne sont pas applicables ou d'un usage difficile.

» Je continue ces recherches, et je me propose de les compléter par l'étude des changements de volume que subissent les milieux au sein desquels s'effectuent des réactions chimiques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'atmosphère solaire.* Note de **M. P. Blaserna.**

« A l'occasion de l'éclipse totale de Soleil qui a eu lieu en Sicile le 22 décembre 1870, j'ai eu l'honneur de faire partie de la Commission italienne, chargée de l'observation du phénomène. Ma tâche était d'observer la polarisation de la couronne.

» J'ai constaté, d'une façon précise, que la couronne était fortement polarisée : sa polarisation avait une intensité à peu près égale à celle que notre atmosphère présente à 40 ou 50 degrés du Soleil, et était radiale.

» L'ensemble de mes observations et de quelques expériences que j'ai faites alors, pour expliquer la polarisation de la Lune, a été publié par les soins de la Commission italienne, et j'ai l'honneur d'en envoyer une copie à l'Académie. J'en ai aussi communiqué le contenu à M. E. Gautier, dans une Lettre qui a été publiée dans les *Archives de Genève* (août 1871).

» Or, dans le *Compte rendu* du 15 janvier, je trouve une Lettre de M. Janssen, dans laquelle il expose les résultats de ses observations faites récemment à Sholoor. Comme il arrive, par rapport à la question importante et controversée de l'atmosphère solaire, à des conclusions tout à fait conformes à celles auxquelles j'étais arrivé moi-même, je demande à l'Académie la permission de reproduire, mes conclusions, telles qu'elles se trouvent dans ma Lettre à M. Gautier :

« On a réuni les deux questions de la polarisation et de l'existence de la couronne, mettant le tout sur le compte de notre atmosphère. Il est bien difficile d'admettre que la réfraction atmosphérique puisse produire un phénomène d'un diamètre aussi considérable; car la hauteur ne peut être estimée au-dessous de 8 à 10 minutes.....

» Il s'ensuit que la couronne existe réellement et qu'elle est polarisée par réflexion de la photosphère. J'estime sa hauteur à 8 minutes au moins; mais je considère ce nombre comme une limite inférieure, vu l'état du ciel qui ne permettait d'observer que la partie la plus prononcée.

» Ces conclusions ne sont pas en désaccord avec celles auxquelles est arrivée la spectroscopie. Il paraît que dans l'atmosphère solaire il y a des vapeurs incandescentes, notamment du fer. Une grande partie de l'atmosphère solaire est formée de gaz assez froids, sans lumière propre. Ils sont éclairés par la photosphère, donnent un spectre continu, et présentent le phénomène de la polarisation. Mais on conçoit très-bien qu'il puisse s'y trouver des matières incandescentes, soit à l'état permanent, soit à l'état variable. La chute de météores, peut-être des aurores boréales, quelquefois de violentes éruptions d'hydrogène, suffisent pour expliquer le phénomène. »

» A ceci il faut maintenant ajouter que, d'après les observations de M. Young, il faut porter la hauteur de l'atmosphère solaire à 16 ou même à 20 minutes, et que M. Janssen vient de compléter la démonstration, d'une façon très-heureuse, par sa belle observation de lignes de Fraunhofer dans le spectre de la couronne. »

ANTHROPOLOGIE. — *De l'existence de nègres brachycéphales sur la côte occidentale d'Afrique.* Note de **M. E.-T. Hamy**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'étude des formes crâniennes, appliquée par Anders Retzius à la classification des races humaines, avait permis au célèbre anatomiste suédois

de distinguer, au milieu des familles artificiellement groupées par ses prédécesseurs, des types ethniques fort différents les uns des autres (1).

» Les Lapons, par exemple, et les Esquimaux, encore confondus par par Cuvier, furent reconnus, d'après la forme de leur crâne, appartenir à deux groupes assez éloignés, pour que Isidore Geoffroy Saint-Hilaire crût devoir plus tard les séparer complétement (2).

» Les différences qu'avait signalées, dès 1842, Anders Retzius entre les peuples *hyperboréens* des anciens auteurs, ont été depuis lors retrouvées sur les autres rameaux humains, divisés presque tous aujourd'hui en familles brachycéphales et dolychocéphales.

» Nous ne parlons pas des races d'Europe où se trouvent partout mêlées les deux formes crâniennes extrêmes et leurs intermédiaires. Mais, en Asie, les Kalmouks à tête globuleuse s'éloignent considérablement par ce caractère des Chinois, dont le crâne est allongé (3). Les deux Amériques se partagent, au même point de vue, en groupes très-nets : la brachycéphalie prédominant dans certaines tribus, la dolichocéphalie l'emportant, au contraire, chez d'autres (4). En Océanie, l'ancien groupe malayo-polynésien comprend des individus aux formes céphaliques les plus différentes, et le Négritto à la tête presque arrondie est juxtaposé au Papoua dont le crâne long et latéralement aplati est si caractéristique.

» La branche africaine du tronc nègre avait seule échappé jusqu'ici à cette dichotomie. Les individus étudiés, tous dolichéphales, ont jusqu'à présent offert, au point de vue de leur morphologie crânienne, une conformation à peu près identique. Tout au plus leur dolichocéphalie diminuait-elle parfois, de façon à les faire classer au nombre des sous-dolichocéphales. L'*indice céphalique*, c'est-à-dire le rapport du diamètre transverse maximum au diamètre antéro-postérieur, supposé égal à 100, l'indice céphalique, disons-nous, s'élevait alors (ce qui était très-rare) au voisinage du chiffre 77, qui est la limite supérieure du groupe sous-dolichocéphale de M. Broca.

» La question en était à ce point, lorsque M. le Dr Lartigue rapporta du Gabon sa *Note sur le Camma*. Un des deux nègres qu'il avait mesurés au

---

(1) *Actes du troisième Congrès des Naturalistes scandinaves*, p. 157. Stockholm, 1842.

(2) Is. Geoffroy Saint-Hilaire, *Sur la classification anthropologique* (*Mém. Soc. d'Anthrop. de Paris*, t. I, p. 125 et suivantes).

(3) C.-E. de Baer, *Crania selecta*, p. 15. Pétersbourg, 1859; in-4°.

(4) Aitken Meigs, *Observations upon the cranial forms of the americal aborigine*, p. 33 et suivantes. Philadelphia, 1866; in-8°.

Fernand-Vaz, lors de la courte expédition du *Pionnier,* en 1868 (1), et dont nous calculions récemment les *indices* d'après les chiffres annexés à son Mémoire, donnait l'indice 80, jusqu'à présent inconnu chez les noirs d'Afrique.

» Ce nègre, âgé de 25 ans, était un Camma né aux bords de la rivière Fernand-Vaz. Il nous souvint alors que M. du Chaillu avait rapporté de ces parages un lot considérable de crânes humains au *British Museum*, et que le professeur Richard Owen avait brièvement décrit cette riche collection (2). Nous avons calculé les indices céphaliques d'après les diamètres publiés par M. R. Owen, et nous avons trouvé que, contrairement à ce que l'on avait observé jusqu'ici parmi les nègres d'Afrique, les formes brachycéphales ne sont pas rares au Fernand-Vaz.

» Sur 93 crânes, en effet, recueillis par M. du Chaillu, 66 seulement sont dolichocéphales, 14 sont mésocéphales, c'est-à-dire présentant une forme intermédiaire à la dolichocéphalie et à la brachycéphalie, 11 sont sous-brachycéphales, et ont par conséquent un indice céphalique supérieur à 80, 2 enfin sont franchement brachycéphales, et leur indice se chiffre par 84,24.

» La rivière Fernand-Vaz ne serait pas d'ailleurs le seul point de la côte occidentale d'Afrique habité par des noirs à tête arrondie. De quatre têtes de Lucumis de la côte de Bénin, rapportées à M. Gannal et données par lui à la Société d'Anthropologie de Paris, deux seulement sont dolichocéphales et donnent les indices 70,87 et 74,72; la troisième est presque mésocéphale avec un indice de 77,17; la quatrième enfin est sous-brachycéphale, et son indice égale 81,21. Un crâne de Carabali Bricame nous a donné 78,85, et sur une autre tête de la même collection, ce rapport atteint 79,76.

Ces caractères révélés par l'indice coexistent d'ailleurs, ne l'oublions pas, avec d'autres caractères anatomiques tirés du crâne et de la face, qui différencient ces brachycéphales des dolichocéphales qui les entourent. Il y a donc tout lieu de croire qu'il s'agit ici d'une race nouvelle, jusqu'à présent inconnue, qui serait aux nègres d'Afrique ce que sont les Négrittos Mincopies, Aïtas, etc., aux nègres océaniens. »

---

(1) Lartigue, *Note sur l'anthropologie du Camma* (sous presse).

(2) R. Owen, *Skulls of Western Equatorial Africans*, br. in-8°, s. l. n. d.

**HÉTÉROGÉNIE.** — *Résultats expérimentaux, contraires à la principale expérience de M.* Pasteur. Note de **M. V. MEUNIER.** (Extrait.)

« L'expérience dont il s'agit est celle des matras à col recourbé. Je rappellerai que je l'ai répétée naguère (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 1060), en employant le ballon même de M. Pasteur et l'un des liquides indiqués par lui, l'urine, que j'ai fait bouillir pendant cinq minutes, ce qui est le double du temps qu'il juge nécessaire (*Comptes rendus*, t. L, p. 851). Trois ballons ainsi traités en septembre ont donné respectivement, après neuf, douze et cinquante-quatre jours : les deux premiers, de nombreuses populations d'animalcules, et le dernier une végétation abondante. Or, de deux choses l'une : ou les produits que j'ai obtenus proviennent de germes apportés par l'air, cas dans lequel les ballons à cols sinueux n'ont pas la propriété d'arrêter les germes atmosphériques, ou cette propriété est réelle, et alors l'expérience actuelle conclut pour la génération spontanée.

» Mes résultats n'ont pas été contestés par M. Pasteur; il reconnaît que son expérience ne réussit pas toujours; mais il ajoute que, ne réussît-elle qu'une fois sur mille, ce succès « serait à ses yeux tout aussi probant (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 1093) », déclaration qui a été relevée récemment par M. Trécul (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1457).....

» Selon moi, c'est une erreur de croire qu'une substance fermentescible ou putrescible, purgée de germes par la chaleur, demeure nécessairement improductive dans des ballons à cols recourbés et sinueux.... Une même substance, partagée également entre ballons à cols sinueux, sera féconde dans les uns au bout de quelques jours, et dans d'autres au bout de quelques années seulement; et cet écart qui, dans mes expériences, est compris aujourd'hui entre neuf jours et cinq années, laisse toujours indécise la question de savoir si un ballon qui n'a rien donné n'est pas à la veille de se remplir de mycrophytes ou de mycrozoaires.... »

**MÉTÉOROLOGIE.** — *Réponse à la dernière Note de M.* Delaunay, *sur l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris pour 1872; *par* **M. RENOU.**

« Dans la séance du 22 janvier dernier, j'ai signalé à l'Académie, dans l'intérêt de la science, une faible partie des erreurs de l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris pour* 1872. M. Delaunay annonce que mes diverses indications seront soumises à un sérieux examen; mais, en attendant, il a cru devoir m'adresser des reproches, auxquels je répondrai très-brièvement.

» Le premier de ces reproches consiste à me blâmer de n'avoir point laissé peser sur la mémoire d'Arago la phrase citée dans l'*Annuaire*, par laquelle il est dit que l'illustre physicien dut suppléer, au moyen des *Transactions philosophiques*, aux lacunes regrettables apportées dans les observations de Paris par les troubles de la Révolution française. Ma réponse sera très-simple. Je pense qu'on ne doit rendre un auteur responsable que des travaux publiés par lui. Arago ne pouvait ignorer que six années, au moins, des observations faites à l'Observatoire de Paris, entre 1787 et 1803, sont publiées intégralement, et que, dans tous les cas, les *Transactions philosophiques* n'ont rien à voir là dedans.

» La seconde critique de M. Delaunay s'applique seulement à trois des rectifications que j'ai proposées dans ma Note; il les accuse d'inexactitude, en se reportant aux registres de l'Observatoire, qu'il a, dit-il, examinés *par lui-même*, et dont ont été tirés, *autant que possible*, les nombres donnés dans l'*Annuaire météorologique*.

» La critique de M. Delaunay porterait, si je n'avais pas eu soin de citer mes sources, savoir : le *Journal de Physique* et les *Annales de Chimie et de Physique*. Or, tout le monde sait que les séries météorologiques de l'Observatoire étaient communiquées à ces recueils par l'Observatoire lui-même. Si ces nombres, sur lesquels le public scientifique a compté jusqu'à présent, sont déclarés inexacts par M. le Directeur actuel de l'Observatoire, il est nécessaire que ces rectifications soient faites d'une manière formelle.

» Pour citer l'exemple le plus frappant, il ne peut être indifférent de savoir si les *moyennes mensuelles* d'avril, observées pendant dix-neuf ans, de 1827 à 1845, et données par l'ancien Observatoire, sont exactes, comme tout le fait penser, ou s'il faut *toutes* les corriger (quelques-unes de 4 degrés), et s'il doit en résulter, pour ce mois d'avril, une température spéciale et en discordance absolue avec ce que nous savions jusqu'ici sur le climat de Paris (1). »

« **M. Le Verrier** appelle l'attention de l'Académie sur les inconvénients de la discussion qui s'est élevée au sujet des séries météorologiques recueillies depuis un siècle à l'Observatoire de Paris. On se trouve, en effet, en pré-

---

(1) Il est juste d'ajouter que ces moyennes extraordinaires d'avril, combinées avec les autres moyennes du même mois, donnent (page 56), par un procédé de calcul dont il est difficile de se rendre compte, une moyenne générale de 10°,1, c'est-à-dire sensiblement celle qui résulterait des nombres donnés par l'ancien Observatoire.

sence de publications diverses dont les nombres diffèrent notablement, en beaucoup d'endroits, et entre lesquels les météorologistes seraient dans l'impossibilité de choisir. Il importe que la vérité se fasse jour sans retard, et dans des termes où elle ne puisse être contestée. L'intervention de l'autorité de l'Académie paraît indispensable.

» En conséquence, M. Le Verrier dépose la proposition qu'« il soit » nommé une Commission spéciale chargée de reviser les observations » météorologiques présentées depuis un siècle à l'Académie, et d'en faire » une édition authentique. »

L'Académie renvoie au prochain Comité secret l'examen de cette proposition.

AURORE BORÉALE. — L'Académie reçoit un grand nombre de Communications concernant l'aurore boréale qui a illuminé le ciel de Paris pendant la soirée d'hier, 4 février. De ces diverses Communications, adressées de Paris, par MM. *Fron, Salicis, Laussedat, Chapelas, Goulier, Emmanuel;* de Précy-sur-Oise par M. *E. Robert;* d'Angers par M. *Decharme,* professeur de physique, etc., nous extrayons les détails les plus essentiels, de façon à éviter les doubles emplois.

**M. Fron.** (Présenté par M. Delaunay.)

« Le dimanche 4 février 1872, vers 5 heures et demie du soir, les cumulus et cirro-cumulus, dans le voisinage du zénith, se colorent d'une teinte rosée analogue, à celle des cirrus par un beau soleil couchant. Mais les nuages rosés occupent seulement une direction déterminée du ciel, orientée sensiblement de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est. Vers $5^h 45^m$, une bande rouge continue commence à se former dans cette direction; la teinte augmente peu à peu d'intensité, et, vers 6 heures, d'autres rayons rouges semblent venir du sud et du nord. Ils se dirigent vers un même point du ciel, situé dans le voisinage des Pléiades, ont une longueur peu considérable à partir de ce point, et forment une coupole très-belle. Le phénomène est donc une aurore polaire, et cependant rien de particulier ne se montre à l'horizon nord. Tout le phénomène est concentré, pour ainsi dire, dans le voisinage de cette bande si remarquable et s'étend ensuite vers l'horizon sud; aussi appellerons-nous cette première phase, la *phase australe* de l'aurore. Les changements d'aspect se produisent d'ailleurs avec une excessive rapidité.

» A l'ouest, cette bande est bientôt entourée de deux autres, convergeant sensiblement vers les Pléiades, et réunies dans le voisinage par une portion courbe, de manière à figurer une parabole, dont l'axe serait le rayon primitif, et présentant une grande analogie de forme et de position avec le fuseau de la lumière zodiacale. En même temps, un rayon obscur, puis un rayon blanc se montrent à côté, convergeant également vers les Pléiades. A ce moment, l'inclinaison de l'aiguille aimantée atteint un minimum de 65° 28',2, puis elle varie tellement que les lectures deviennent impossibles. La déclinaison est de 17° 41',4.

» A $6^h 29^m$, trois rayons rouges se forment à l'ouest. Une houppe lumineuse, arquée et dardant vers le nord, se montre dans le voisinage du point radiant, ayant tout à fait l'aspect de ces houppes de cirrus rosés par le crépuscule. Elle persiste quelques minutes, puis disparaît brusquement; bientôt la teinte diminue; le grand rayon à l'est disparaît à $6^h 32^m$, puis les deux autres rayons de l'ouest, et enfin quelques petits rayons blancs qui s'étaient formés dans l'intervalle. Jusqu'ici, le phénomène s'est passé surtout dans le midi; divers rayons ou plaques rosés se sont montrés vers l'horizon, présentant des dispositions variées : souvent un rayon blanc semblait continuer un rouge, mais ayant subi une petite déviation latérale; d'autres fois le rayon blanc apparaissait un instant pour disparaître de suite. L'aspect du ciel au midi était d'ailleurs parfaitement caractérisé : on y distinguait un segment sombre, cachant les étoiles seulement dans sa partie voisine de l'horizon, puis un arc concentrique verdâtre d'une teinte très-remarquable, laquelle a subsisté pendant tout le temps, enfin, au-dessus, une région rosée ou blanche, sur laquelle s'appuyaient les rayons ou les plaques. A l'horizon nord, il n'y avait presque rien. Mais bientôt des phénomènes nouveaux vont aussi se passer dans cette région et inaugurer la seconde phase de l'aurore, la *phase boréale*.

» Ils commencent, vers $6^h 48^m$, par une plaque rouge qui se montre au nord-est. La coloration se fonce de plus en plus; deux rayons rouges naissent, l'un à droite, l'autre à gauche de cette plaque, tandis que d'autres se détachent au nord et envahissent peu à peu toute la moitié nord du ciel. L'aspect que présente cette partie devient bientôt analogue à celui qui a été décrit pour la région sud. Au nord est le centre d'un segment obscur; celui-ci est surmonté d'une zone verdâtre, analogue à la précédente, se fondant en une teinte blanche de laquelle partent trois ou quatre foyers auroraux, et parfois des rayons rouges, blancs ou obscurs, s'élevant jusqu'au zénith.

« Vers $7^h 22^m$, les rayons blancs disparaissent, les rouges au nord-nord-est augmentent rapidement.

» A $7^h 39^m$, se passe un phénomène des plus remarquables. Un rayon blanc part de l'ouest et arrive au radiant, trois rayons rouges se forment entre lui et le nord, courant également au radiant, et bientôt quelques autres viennent compléter de nouveau la coupole signalée déjà au commencement. Mais ici, la partie la plus développée est la région qui regarde le nord ; on peut l'appeler une *demi-coupole boréale*, quoique, par instants, le cercle entier se referme par l'addition fugitive de rayons venus du sud. La demi-coupole est partagée nettement en deux parties : le tiers oriental ne contient que des rayons rouges, courts, et les deux autres tiers des rayons blancs. Cette disposition ne persiste qu'un instant, car les rayons rouges empiètent peu à peu sur leurs voisins, semblant animés d'un mouvement de rotation autour du radiant comme pivot, et cachant successivement les divers rayons blancs. Un rayon bleu se forme même un instant, au milieu des rouges. Tous scintillent et dardent avec une grande vivacité.

» Bientôt la coupole disparaît, les plaques rouges s'éteignent lentement à l'horizon nord, l'arc lumineux verdâtre s'efface lui-même, il ne reste plus qu'un arc rougeâtre concentrique, auquel correspond d'ailleurs, du côté du sud, un arc analogue, mais très-diffus.

A $7^h 40^m$, il y a symétrie parfaite entre les deux aspects au nord et au sud : segment obscur, cercle verdâtre, teinte rosée, tout est semblable des deux côtés.

» A ce moment correspond ce qu'on peut appeler la *phase australe et boréale* du phénomène; tandis que des plaques rouges se reforment au nord, au nombre de six, deux plaques aurorales se produisent vers le sud, l'une d'elles est voisine de Sirius, et, près de cette plaque, se montre un fait très-singulier. Vers Sirius, il se produit tout à coup, et sur une hauteur de 10 degrés environ, une petite aurore boréale en miniature. Deux rayons courts partent à l'est de Sirius, deux autres à l'ouest, ils passent du rouge au blanc puis disparaissent; un instant après ils se reforment, ayant passé un peu à l'ouest de Sirius et occupant tout l'espace entre Sirius et la constellation d'Orion. A $8^h4^m$, le tout disparaît. A ce moment, a lieu une recrudescence dans la perturbation magnétique. La déclinaison atteint un moment $18^\circ 52',5$. A $8^h8^m$, une nouvelle petite aurore se reforme au même point, et un peu à droite; sept rayons la composent : ils atteignent Orion; à $8^h12^m$ deux rayons traversent Orion, à $8^h13^m$ leur intensité diminue rapidement. Ils reprennent ensuite, comme les « *Merry dancers* », jusqu'à $8^h40^m$.

» Le phénomène continue d'ailleurs dans les autres parties du ciel sans que je constate rien de remarquable.

» A $9^h10^m$, la déclinalson varie entre $17^\circ 56',9$ et $18^\circ 3',5$, les mouvements sont très-bizarres, l'aiguille semble hésiter pour s'avancer dans une direction, elle tâtonne pour ainsi dire, puis tout à coup avance de quelques divisions, hésite de nouveau pour repartir dans la même direction. A d'autres moments de la soirée, l'aiguille parcourt à peine une division de l'échelle, mais est animée d'un mouvement vibratoire très-rapide.

» Vers $9^h42^m$, les phénomènes lumineux sont encore simultanés au nord et au sud; ils se concentrent peu à peu vers le zénith, et, à $9^h59^m$, une nouvelle couronne se reforme vers le radiant. Cinq rayons rouges en constituent la partie ouest et nord-ouest, un rayon blanc la limite de ce dernier côté, trois petits se voient au sud et s'évanouissent rapidement.

» A $10^h18^m$, le phénomène est encore très-beau; signalons seulement l'existence d'une plaque rougeâtre, formant une large bande dirigée d'ouest-sud-ouest à est-nord-est, comme au commencement du phénomène. Notons également qu'à $10^h30^m$, encore dans la constellation d'Orion, mais cette fois vers l'ouest, se produit le phénomène d'une aurore en miniature signalé déjà. Un rayon blanc se forme à l'ouest d'Orion et disparaît; un rayon rouge naît à la place; puis plusieurs autres, colorés de même, envahissent, au nombre de cinq, toute la constellation. Un sixième se montre au delà; ils semblent équidistants. Le météore est encore très-beau à ce moment, mais c'est là sa dernière manifestation.

» Bientôt les rayons rouges et blancs, les plaques s'évanouissent, et le phénomène se termine comme il a commencé, par une bande lumineuse traversant le ciel de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest.

» Vers $10^h50^m$ existe encore, dans la direction du nord, segment sombre, teinte verdâtre, et plaques rosées au nombre de deux; le centre du segment sombre, qui est d'abord dans la direction du nord géographique, incline peu à peu vers l'ouest-nord-ouest, en même temps que l'éclat diminue. Au midi, le ciel est devenu parfaitement homogène, et les mouvements des aiguilles aimantées ont à peu près cessé.

» Cette aurore a été visible sur une partie très considérable de l'Europe. Les nouvelles reçues des stations météorologiques ce matin montrent qu'elle s'est étendue sur l'Angleterre, la France, la Belgique, l'Italie, l'Espagne, la Turquie. Tous les renseignements ne nous

sont pas encore parvenus. Nous recevons également des dépêches nous annonçant des perturbations magnétiques et des perturbations sur les lignes télégraphiques.

» Ajoutons cependant, en terminant, que, d'après une dépêche reçue de M. le Directeur des lignes télégraphiques, la perturbation s'est fait sentir à partir de $3^h 30^m$, d'abord sur les lignes de l'Est, Allemagne, Autriche; vers 4 heures, les lignes de la Suisse étaient atteintes, et le phénomène s'est rapproché successivement de Paris, en passant par la Suisse, par Besançon et par Dijon. A 5 heures, les fils des environs de Paris étaient eux-mêmes sous le coup de la perturbation.

» L'observation faite à Paris à 3 heures du soir a d'ailleurs montré que la déclinaison avait atteint à cette heure la valeur de $17°24',0$, tandis qu'à 9 heures du matin elle était de $17°37',5$, et à minuit de $17°45'1$. A cette heure, il ne subsistait plus sur l'horizon de Paris qu'une légère teinte verdâtre, dernière trace de l'arc auroral dans cette région. Cette trace a persisté jusqu'à 2 heures du matin environ. » Cette aurore est la plus belle que l'on ait vue jusqu'ici en Europe. Aucun bruit n'a été perçu. Un seul bolide a été signalé. »

## M. Salicis.

« 6 heures. — A 6 heures moins quelques minutes, un trait net comme un bandeau tracé au pinceau et d'un rose pâle, large, selon mon estime, comme deux fois le diamètre apparent du Soleil, venait de l'ouest-sud-ouest et se dirigeait vers les Pléiades; il s'arrêtait avant de les atteindre. Au delà de celles-ci, dans l'est-nord-est, le ciel présentait une zone d'un rose plus foncé, mais moins régulière.

» Vers 6 heures et quelques minutes, les deux parties de l'arc s'étaient jointes, l'extrémité orientale demeurait à 10 degrés (estimés) au-dessus de l'horizon; quant à l'extrémité occidentale, je ne pouvais la voir. Le sommet de l'arc était à peu de chose près aux Pléiades, la direction de son plan était perpendiculaire au méridien magnétique.

» Je crois cette première phase du phénomène assez rare en ce que, les Pléiades passant en ce moment au méridien et leur distance polaire étant supérieure à la colatitude du lieu d'observation, le phénomène se passait au sud seulement; la région nord était donc dépourvue de toute nébulosité, au moins sur le trajet de la lumière boréale. Il était d'ailleurs tellement net, que plusieurs personnes s'y trompaient d'abord et le qualifiaient d'arc-en-ciel. Du côté de l'est, il passait un peu au nord de Jupiter.

» $6^h 30^m$. — Vers $6^h 30^m$, le plan de l'arc sembla osciller dans le sens rétrograde, sans cependant que je puisse donner cette apparence autrement que comme hypothétique; elle pouvait d'ailleurs n'être due qu'au déplacement des nébulosités qui obéissaient à un léger vent de sud.

» Des bandes lumineuses blanches partirent alors du sommet de l'arc, c'est-à-dire des Pléiades, se dirigeant entre l'ouest et le nord, et les régions du ciel où elle aboutissaient et cessaient d'être visibles étaient éclairées comme si la Lune s'y levait; il en était de même du reste de la partie sud et sud-est, au delà du phénomène, sans cependant que l'on pût signaler des bandes dirigées de ce côté.

» Un instant les Pléiades auraient pu être prises pour le noyau d'une comète pourvue d'une queue en éventail et dirigée vers l'ouest. Les nébulosités, quoique vivement colorées, sont d'une ténuité telle que les étoiles de quatrième grandeur brillent à travers.

» Vers $6^h 45^m$, le phénomène s'affaiblit.

» 7 heures. — A 7 heures, il reprend dans les régions de l'ouest, du nord et du nord-est; il figure alors, vers ces régions, un tiers de coupole rayonnante ou un demi-fuseau, zébré de rose, de blanc et de bleu, dont l'angle (aux Pléiades) est de 130 degrés (estimé).

» Vers $7^h30^m$, l'aurore pâlit un peu dans l'arc primitif, mais se prononce avec intensité vers le nord, de façon à y figurer un arc irrégulier, perpendiculaire au méridien magnétique, et dont le sommet est élevé de 30 degrés (estimés) au-dessus de l'horizon; il y a donc à ce moment deux arcs-en-ciel, l'un faible, passant par les Pléiades, l'autre au nord de celui-ci, parallèle et élevé à 30 degrés au-dessus de l'horizon; les deux arcs sont reliés par des traits roses ou blancs, convergeant vers un point voisin des Pléiades, mais un peu à l'est.

» A 8 heures, la coloration du côté du nord s'est disséminée; la première apparence a cheminé vers le sud, son sommet au Baudrier d'Orion conservant très-sensiblement sa forme tout en s'affaiblissant (Ce recul ne s'explique pas par la marche des nébulosités, qui viennent au contraire du sud.)

» A 9 heures, trois bandes réapparaissent au nord; celle du milieu est la plus vive, dans le méridien magnétique; au sud, la brume tourne au rouge bistré, et devient assez dense pour noyer successivement Rigel et le Baudrier.

» A 10 heures, toute coloration nette a disparu au nord et au sud, mais l'aurore se maintient dans les parties ouest-sud-ouest et est-nord-est de l'arc primitif.

» Le baromètre accuse 750 millimètres, l'air est calme; je cesse d'observer le phénomène. »

### M. A. Laussedat.

« .... De larges nappes de couleur pourpre que les effluves électriques traversaient comme par bouffées s'étalaient successivement et souvent même simultanément dans toutes les directions, en atteignant d'assez grandes hauteurs au-dessus de l'horizon; elles étaient sillonnées par de longs et minces rayons d'un blanc éclatant, légèrement bordés d'une teinte jaune verdâtre. Ces rayons s'éteignaient ou du moins s'affaiblissaient considérablement, et se ranimaient peu à peu avec la rapidité de l'éclair. Sur quelques-uns des nuages pourpres séparés et comme flottants à une certaine distance les uns des autres, les rayons étaient très-multipliés et également espacés à la manière des rayons d'une draperie. Ils se prolongeaient au delà des espaces empourprés, traversaient les constellations et convergeaient au même point de la sphère céleste. Ce *point de fuite* était très-nettement déterminé, et comme les rayons s'épanouissaient autour de lui dans toutes les directions, on était amené naturellement à les comparer aux nervures d'une voûte sphérique, dont l'axe était sensiblement incliné par rapport à la verticale. Cet axe coïncidait d'ailleurs avec la direction de l'aiguille aimantée, librement suspendue par son centre de gravité, et telle était aussi par conséquent la direction de tous les rayons rectilignes et parallèles, rendus circulaires et convergents par l'effet de la perspective sphérique. J'ai pu constater ou plutôt vérifier ce fait avec assez de précision, quoique je n'eusse aucun instrument de mesure sous la main. A $10^h40^m$, au moment où Jupiter passait au méridien, le point de fuite des rayons de l'aurore était situé assez près à l'est de cette planète, entre la constellation des Gémeaux et celle du Lion. A l'aide d'évaluations faciles, dans une région où les points de repère se trouvaient nombreux et rapprochés, et, grâce au voisinage de Jupiter, j'ai pu rapporter la position de ce point de fuite sur un globe céleste, à moins d'un degré près, et déterminer par suite la hauteur et l'azimut

de ce point, au moment de l'observation. C'est ainsi que j'ai trouvé pour azimut 15 degrés environ du sud à l'est, et pour hauteur 66 degrés. Ces quantités s'accordent à très-peu près avec la déclinaison et l'inclinaison actuelle de l'aiguille aimantée. »

## M. Chapelas.

« Vers $5^h 45^m$ du soir paraissaient les premiers rayons, s'élançant déjà avec une grande rapidité vers le zénith. Pendant quelques instants, ces rayons, se multipliant, se divisant ensuite, donnent enfin naissance à des plaques rougeâtres d'une largeur très-remarquable.

» $6^h 15^m$. — Le phénomène, qui semble avoir complétement abandonné l'horizon nord, présente un aspect que je n'avais jamais constaté. A environ 20 degrés du zénith, sur l'horizon sud, à hauteur de la constellation des Pléiades, s'offre un centre lumineux d'un rouge-sang très-intense, et duquel s'échappent tout d'abord deux magnifiques rayons, également rouges, d'une largeur de 30 degrés au moins, ayant leur extrémité inférieure appuyée à l'ouest et à l'est. Ces deux rayons, formant ainsi une demi-circonférence de feu, décrivent presque exactement l'écliptique; se brisant, se divisant, ils sont bientôt parcourus par d'autres rayons plus étroits d'une belle couleur rose.

« Quatre de ces rayons étaient principalement remarquables, en ce que, pris deux à deux, ils formaient des angles de 15 degrés environ, opposés par le sommet, ces sommets se trouvant dans ce centre lumineux que nous venons de constater.

» Quelques minutes après, du côté de l'est, les rayons se mélangent et font place à des nébulosités rougeâtres et persistantes. En même temps, l'horizon, de ce côté, s'illuminant d'une clarté blanche très-brillante, répand sur la ville une lumière semblable à celle du lever du jour. Cette phase du phénomène a cela de remarquable, qu'elle semblait complétement détachée de l'apparition première.

» $6^h 30^m$. — Du centre lumineux qui persiste toujours, quoique se déplaçant d'une manière sensible, se détachent bientôt une infinité de rayons, se dirigeant principalement vers le nord. Le phénomène présente alors une amplitude de plus de 180 degrés et une altitude de 110 degrés. Ces différents rayons, qui n'arrivent pas jusqu'à l'horizon, donnent à l'apparition l'aspect d'une brillante draperie, formant une demi-coupole de feu.

» Le phénomène avait alors un mouvement très-prononcé du nord-est au sud-ouest; de plus, les courbures que prennent certains rayons montrent assez combien, à cette hauteur, l'air est violemment agité.

» $6^h 40^m$. — La partie est du ciel n'offre plus qu'une teinte rousse; mais, à $6^h 50^m$, le phénomène change entièrement d'aspect. La partie sud de l'horizon, qui était alors éclairée par une lumière blanche assez brillante pour nous permettre de distinguer les caractères que nous traçons sur nos registres, s'illumine d'une clarté rouge très-intense, pendant qu'au zénith se montrent de nouveau quelques filaments blanchâtres violemment tourmentés.

» 8 heures. — A 30 degrés environ au-dessus de l'horizon sud, se forment des amas de matières rouges, animés, comme le phénomène dans son ensemble, d'un mouvement bien accentué de l'est à l'ouest.

» $8^h 15^m$. — L'horizon sud, brillamment éclairé d'une clarté verdâtre, présente quelques beaux rayons roses qui se détachent très-nettement, et permettent de constater qu'ils n'ont, pour ainsi dire, aucune relation avec les rayons qui se montrent dans le nord. De plus, la

position de ces rayons par rapport à notre méridien, l'aspect du ciel, porteraient à penser qu'une aurore australe se manifeste simultanément.

» Cet état de choses dure jusque vers $8^h\,30^m$; à cet instant, les rayons se divisent et s'étendent; le ciel n'offre plus que des plaques phosphorescentes, rouges ou verdâtres; la teinte générale du ciel est laiteuse et brillante, comme au moment du clair de Lune par un ciel couvert.

» A $10^h\,46^m$, trois petits rayons blanchâtres, formés au zénith, ayant à peu près la forme d'une barbe de plume très-déliée, étaient animés d'un mouvement d'ondulation et de vibration.

» En résumé, cette apparition a présenté ensuite trois phases principales : la première se produisant au nord, comme cela a lieu ordinairement; la seconde aux environs de l'équateur; la troisième, enfin, dans la partie sud du ciel. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'aurore boréale du 4 février.* Note de **M. Cornu.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Fizeau.)

« En observant au spectroscope les zones rouges de l'aurore boréale (ou plutôt équatoriale) d'hier soir, j'ai été surpris de constater que la majeure partie de la lumière provenait d'une raie très-bien définie, de couleur difficile à saisir à cause de son peu d'éclat, située vers le milieu du spectre lumineux, c'est-à-dire dans la région vert-jaune; j'ai constaté aussi une raie rouge, mais d'une intensité beaucoup plus faible. Croyant avoir affaire au spectre de l'hydrogène, c'est-à-dire aux raies C et F, je disposai rapidement un tube à hydrogène et une machine électrique, afin d'effectuer la comparaison de ces raies sur l'échelle du spectroscope. Malheureusement, le retard causé par l'installation un peu précipitée de mon appareil et surtout l'affaiblissement du phénomène et l'heure avancée où je pus observer (11 heures) ne m'ont permis de fixer que la situation de la raie vert-jaune, qui, d'ailleurs, était très-brillante dans les lueurs vertes situées au nord; la raie rouge, au contraire, n'était plus assez visible pour permettre des mesures.

» Je m'attendais à trouver que cette raie verdâtre coïncidait avec la raie F; mais, en construisant la courbe qui permet de transformer les parties de l'échelle du spectroscope en longueurs d'onde (1), je trouvai le nombre $\lambda = 557$, c'est-à-dire la position exacte de la raie de l'aurore

(1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| La raie C | $\lambda = 656$ | correspondait à la division | 21, |
| » D | $= 589$ | » | 33, |
| » F | $= 486$ | » | 69, |
| La raie de l'aurore | | » | 42. |

polaire découverte, en 1867, par M. Angström et décrite dans son Mémoire sur le spectre normal du Soleil :

« ... Pendant l'hiver 1867-68, j'ai pu, dit l'auteur, observer plusieurs fois le spectre de l'arc lumineux qui borde le segment obscur et se présente toujours pendant de faibles aurores boréales. La lumière était presque monochromatique et consistait en une seule raie brillante, $\lambda = 556,7$.

» ... Un fait fort remarquable, c'est que la raie signalée ne coïncide avec aucune des raies connues dans les spectres des gaz simples ou composés.... »

» Mon observation confirme celle de M. Angström, en ce qui concerne la nature de la lumière pâle de la lueur polaire; elle montre, en outre, que cette lumière monochromatique vert-jaune existe, en grande proportion, dans les lueurs rouges les plus intenses de nos aurores boréales. »

PHYSIQUE. — *Étude spectrale de la lumière de l'aurore boréale du 4 février.* Note de M. PRAZMOWSKI.

« Profitant de l'apparition d'une brillante aurore boréale, dans la soirée d'hier (4 février 1872), j'ai dirigé un spectroscope, d'une construction très-simple, sur les endroits les plus lumineux. L'intensité très-faible de la lumière de l'aurore rendait la recherche très-difficile; néanmoins, la discontinuité du spectre ne laisse aucun doute.

» On y voit une bande verte aux environs de la raie E de Fraunhofer : je l'estime moins réfrangible que cette dernière; c'est la bande principale la plus intense. Elle se retrouve dans toutes les parties lumineuses de l'aurore, elle domine par son intensité, même dans des points où, à l'œil nu, la teinte paraît d'un pourpre intense.

» La seconde en intensité est une bande rouge, voisine de la raie C, mais plus réfrangible; elle apparaît beaucoup plus lumineuse dans des points qui présentent une teinte rouge prononcée. Toutefois elle est très-visible, même dans des rayons qui paraissent très-blancs; il est vrai qu'elle est moins intense dans ces endroits-là.

» On aperçoit encore, mais très-faiblement, deux autres bandes dans le bleu et le violet aux environs des raies F et G. On voit ces dernières dans les parties blanches de l'aurore; elles disparaissent, ou du moins deviennent très-faibles, dans des points teintés d'un rouge intense.

» La position des bandes du spectre de l'aurore boréale, par rapport aux raies de Fraunhofer, a été estimée en amenant en même temps dans le champ du spectroscope le spectre des réverbères. Mon habitude des obser-

vations spectrales me fait espérer que ce moyen un peu grossier m'aura fourni des résultats qui ne diffèrent pas beaucoup de la vérité. »

M. Sacc envoie une analyse de l'huile de lin sur laquelle a porté le travail qu'il a adressé récemment à l'Académie.

La saponification par l'oxyde de plomb a donné, pour 100 d'huile, 6 de glycérine, et 102 d'acides gras, sur les quels 94 d'acide oléique et 8 d'acide margarique : on en a effectué la séparation en traitant les sels de plomb par l'éther, et décomposant ensuite par l'acide chlorhydrique.

M. J. Jeannel adresse la description d'un « régulateur thermostatique à gaz. »

Ce nouvel appareil paraît, dit l'auteur, offrir sur ceux de Steling et de Bunsen cet avantage, qu'il permet de régler les températures supérieures à celles de l'ébullition du mercure, aussi bien que les températures voisines de celle de l'atmosphère, parce que les parties délicates qui agissent sur le courant de gaz peuvent être éloignées du milieu chauffé.

M. Milne Edwards, à la suite de cette Communication, présente les observations suivantes :

« Depuis plusieurs années, M. Alphonse-Milne Edwards a établi dans le laboratoire zoologique du Muséum un appareil régulateur pour le chauffage des couveuses, qui me semble avoir beaucoup d'analogie avec celui dont M. le Secrétaire perpétuel vient de dire quelques mots, et qui fonctionne avec un degré de précision remarquable, malgré les variations considérables qui surviennent journellement dans la pression sous laquelle s'opère l'arrivée du gaz d'éclairage employé pour ce chauffage. Sur le trajet du gaz, se trouve un petit réservoir dans lequel viennent se rencontrer : 1° la surface de la colonne mercurielle d'un thermomètre de forme particulière, placé dans le générateur contenant l'eau chaude destinée à circuler dans la couveuse; 2° le bec effilé et fendu latéralement du tube d'arrivage du gaz, dont la combustion doit chauffer l'eau en question. La grandeur de l'orifice livrant passage au gaz est déterminée par la hauteur de la colonne mercurielle du thermomètre, et par conséquent c'est la température du bain qui règle le débit du gaz servant à maintenir constante cette même température. Un orifice accessoire, pratiqué dans le bec dont je viens de parler, reste toujours libre; si le mercure en s'élevant bouche l'extrémité du tube, cet orifice permet le passage continu du gaz en quantité nécessaire pour

empêcher la flamme de s'éteindre, mais en quantité insuffisante pour le maintien de la température voulue. Sans le secours d'une figure, il me serait difficile de donner une idée exacte des détails de construction de ce petit appareil, qui repose sur le même principe que le régulateur de Bunsen, et je me bornerai à ajouter qu'il est à la fois d'une grande simplicité et d'un usage très-commode. M. Alphonse-Milne Edwards s'en sert depuis longtemps, et, dans une opération qui dure depuis le mois de mars de l'année dernière, la température de la couveuse à laquelle il l'a adapté n'a pas varié d'un degré. La question me paraît donc résolue d'une manière satisfaisante, quel que puisse être d'ailleurs le mérite de l'instrument nouveau soumis aujourd'hui au jugement de l'Académie. »

M. A. **Deratte** soumet au jugement de l'Académie deux tiges métalliques qu'il considère comme n'éprouvant aucune dilatation par la chaleur.

Ces pièces seront soumises à l'examen de M. Jamin.

M. **Carvallo** transmet à l'Académie, par l'entremise de M. Guigniaut, un silex taillé, d'une forme remarquable, trouvé dans un torrent de la Catalogne.

Cette pièce sera soumise à l'examen de M. Élie de Beaumont.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 février 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Une expérience relative à la question de la vapeur vésiculaire; par* M. J. Plateau. Bruxelles, 1871 ; br. in-8°.

*Société scientifique et littéraire d'Alais,* année 1871 ; 1er et 2e *Bulletins.* Alais, 1871 ; 2 liv. in-8°.

*Biographie provençale. Le Dr Tournatoris, sa vie et ses manuscrits; par* le Dr F. Chavernac. Marseille, 1871 ; in-8°.

*Le néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes)*; *par* M. HÉBERT. Paris, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXVIII.)

*Une nouvelle cloche à plongeur; par* M. Aug. GUIOT. Paris, 1871; in-8°. (Extrait du *Moniteur Scientifique Quesneville.*)

*Théorie mathématique des machines à air chaud; par* M. J. BOURGET. Paris, 1871; br. in-4°.

*L'année scientifique et industrielle; par* M. L. FIGUIER; 15e année (1870-1871). Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Projet de loi sur l'organisation de l'enseignement supérieur; par* le Dr P. BERT. Paris, 1872; in-8°.

*Système de canons de campagne; par* M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences militaires.*)

*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel;* t. IX, 1er cahier. Neuchâtel, 1871; in-8°.

*Procès-verbaux des séances de la Conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe et de la Commission permanente réunies à Vienne en septembre* 1871, *rédigés par les Secrétaires de la Commission permanente*, MM. C. BRUHNS et A. HIRSCH. Neuchâtel, 1871; in-4°.

*Notizie intorno alla vita ed agli scritti di Felice Chio, raccolte da Angelo Genocchi.* Roma, 1871; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, t. IV.)

*Alcuni risultati preliminari tratti dalle osservazioni di stelle cadenti publicate nelle Effemeridi degli anni* 1868, 1869, 1870; *per* G.-V. SCHIAPARELLI. Milano, sans date; in-8°.

*Sui principali fenomeni delle variazioni diurne del calore atmosferico. Risultati di un biennio di osservazioni termografiche del* prof. Cav. D. RAGONA. Modena, 1871; in-8°.

*Memorie della Societa dei Spettroscopisti italiani, raccolte e publicate per cura del* prof. P. TACCHINI; dispensa I, Gennaio 1872. Palermo, 1872; in-4°.

*Johannes Keppler und Jost Bürgi vortrag gehalten den* 4 *Januar* 1872, *auf dem Rathhaus in Zurich; von* Dr Rudolf WOLF. Zurich, 1872; br. in-12.

*Anales del Museo publico de Buenos-Aires, etc.; por* G. BURMEISTER; entrega novena tercera del tomo segundo. Buenos-Aires, 1871; in-4°.

---

**PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1872.**

*Annales de Chimie et de Physique;* juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre 1871; in-8°.

*Annales de l'Agriculture française;* novembre et décembre 1871; in-8°.

*Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris;* t. XVII, 1re et 2e livraisons, 1871; in-8°.

*Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées;* novembre 1871; in-8°.

*Annales du Génie civil;* janvier 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* livr. 35 et 36, 1871; liv. 1 à 5, 1872; in-4°.

*Annales médico-psychologiques;* janvier 1872; in-8°.

*Atti della Società italiana di Scienze naturali.* Milan, t. XIV, feuilles 6 à 9, 1872; in-8°.

*Association Scientifique de France;* Bulletin hebdomadaire, nos des 7, 14, 21 et 28 janvier 1872; in-8°.

*Bibliothèque universelle et Revue suisse;* n° 168, 1871, et 169, 1872; in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine;* t. XXXVI, n° 23, 1871; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;* nos 11 et 12, 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société Botanique de France;* Comptes rendus n° 1; Revue bibliographique D. 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* octobre et novembre 1871; in-4°.

*Bulletin de la Société de Géographie;* décembre 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société française de Photographie;* nos 9 à 11, 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société Géologique de France;* t. XXVIII, n° 3, 1872; in-8°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* nos du 30 décembre 1871 et des 15 et 30 janvier 1872; in-8°.

*Bulletin international de l'Observatoire de Paris,* du 16 au 31 décembre 1871, et du 1er au 26 janvier 1872; in-4°.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France;* n° 1, 1872; in-8°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* nos 1 à 5, 1er semestre 1872; in-4°.

*Écho médical et pharmaceutique belge;* n° 1, 1872; in-8°.

*Gazette des Hôpitaux;* nos 152 et 153, 1871; nos 1 à 14, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* n° 52, 1871; nos 1 à 5, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* janvier 1872; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique;* nos 67, 1871; nos 1, 2, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture;* nos 142, 144 à 147, 1872; in-8°.

*Journal de la Société centrale d'Horticulture;* novembre et décembre 1871; in-8°.

*Journal de l'Éclairage au Gaz;* nos 1, 2, 1872; in-4°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées;* janvier 1872; in-4°.

*Journal de Médecine de l'Ouest;* t. V, nos 9, 10, 1872; in-8°.

*Journal de Médecine vétérinaire militaire;* août et septembre 1871; in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* décembre 1871, janvier 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* nos 1, 2, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre;* nos 37 à 42, 1872; in-fol.

*Le Salut;* nos 159 à 165, 1872; in-fol.

*L'Abeille médicale;* nos 1 à 6, 1872; in-4°.

*L'Aéronaute;* janvier 1872; in-8°.

*L'Art dentaire;* n° 12, 1871; in-8°.

*L'Art médical;* t. XXIV, nos 1 et 2, 1871; in-8°.

*La Santé publique;* nos 108 à 112, 1872; in-4°.

*Le Gaz;* n° 7, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* nos 1 à 3, 1872; in-4°.

*Le Moniteur scientifique-Quesneville;* décembre 1871 et janvier 1872; grand in-8°.

*Le Mouvement médical;* n° 21, 1871, nos 1 à 4, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* nos des 4, 18, 25 janvier 1872; in-8°.

*L'Imprimerie;* décembre 1871; in-4°.

*La Revue scientifique;* nos 27 à 32, 1872; in-4°.

*Magasin pittoresque;* janvier 1872; in-4°.

*Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine;* t. XXVIII, n$^{os}$ 1, 2, 1872; in-8°.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* janvier 1872; in-8°.

*Observatoire météorologique de Montsouris;* n$^{os}$ 1 à 6, janvier 1872; in-4°.

*Répertoire de Pharmacie;* décembre 1871; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* janvier 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* janvier 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* n$^{os}$ 1 à 3, 1872; in-8°.

*Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle;* 3$^{e}$ année, n$^{os}$ 15, 16, 17, 19, 1872; in-8°.

*Revue maritime et coloniale;* novembre et décembre 1871, janvier 1872; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* janvier 1872; in-8°.

*Société Entomologique de Belgique;* n° 69, 1871; in-8°.

*The Food Journal;* n$^{os}$ 24, 25, 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* n$^{os}$ des 6, 13, 20, 27 janvier 1872; in-4°.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Janv. 1872.

| Dates. | Hauteur du baromètre à midi. | Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Température moyenne de l'air à 13m,7. | à 33m,0. | Température moyenne du sol à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | Thermomètre noir dans le vide (T − t) (3). | Tension de la vapeur (moyenne du jour). | État hygrométrique (moyenne du jour). | Électricité atmosphérique. | Ozone. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| 1 | 763,5 | −2,5 | 0,4 | −1,0 | −3,5 | −0,2 | −1,8 | −2,6 | » | 1,26 | 2,01 | 3,58 | 2,2 | 3,94 | 98 | » | 0,0 |
| 2 | 757,0 | −2,5 | 2,9 | 0,2 | −3,0 | 3,2 | 0,1 | 0,1 | » | 1,56 | 1,93 | 3,09 | 0,6 | 4,60 | 96 | » | 4,5 |
| 3 | 759,4 | (1) | 3,8 | 2,6(2) | (1) | 4,1 | 2,6(2) | 2,9 | » | 3,10 | 3,02 | 3,34 | 0,8 | 5,52 | 93 | » | 6,5 |
| 4 | 750,3 | 3,2 | (1) | 5,8(2) | 3,0 | (1) | 5,9(2) | 6,4 | » | 5,17 | 4,55 | 4,08 | 0,2 | 7,06 | 89 | » | 9,5 |
| 5 | 741,0 | (1) | 12,8 | 11,0 | (1) | 13,2 | 11,3 | 9,8 | » | 7,81 | 7,13 | 5,67 | −0,1 | 7,49 | 79 | » | 9,5 |
| 6 | 751,6 | 3,2 | 8,8 | 6,0 | 3,4 | 10,0 | 6,7 | 6,3 | » | 5,84 | 5,90 | 5,97 | 5,9 | 6,03 | 79 | » | 5,0 |
| 7 | 750,8 | 3,7 | 6,8 | 5,2 | 3,4 | 6,8 | 5,1 | 4,4 | » | 5,01 | 5,36 | 5,78 | 0,8 | 5,52 | 85 | » | 13,0 |
| 8 | 741,8 | 2,1 | 6,1 | 4,1 | 2,4 | 6,2 | 4,3 | 3,4 | » | 4,22 | 4,72 | 5,44 | 4,2 | 4,90 | 81 | » | 6,5 |
| 9 | 744,0 | 1,5 | 4,1 | 2,8 | 1,2 | 4,2 | 2,7 | 3,4 | » | 3,45 | 3,80 | 4,89 | 0,8 | 4,88 | 81 | » | 4,0 |
| 10 | 760,8 | 2,3 | 2,9 | 2,6 | 1,6 | 2,6 | 2,1 | 1,4 | » | 3,11 | 3,62 | 4,58 | −0,2 | 4,00 | 76 | » | 0,5 |
| 11 | 757,9 | 0,5 | 5,4 | 2,9 | −0,2 | 5,6 | 2,7 | 2,8 | » | 3,06 | 3,29 | 4,23 | −0,7 | 5,47 | 92 | » | 1,5 |
| 12 | 763,1 | 5,6 | 6,0 | 5,8 | 4,4 | 5,8 | 5,1 | 4,1 | » | 4,32 | 4,37 | 4,59 | −0,1 | 5,94 | 93 | » | 0,0 |
| 13 | 761,4 | 2,1 | 8,7 | 5,4 | 1,4 | 9,3 | 5,3 | 6,0 | » | 5,26 | 4,87 | 4,90 | −0,8 | 6,73 | 91 | » | 4,5 |
| 14 | 755,9 | 7,2 | 8,8 | 8,0 | 7,2 | 12,4 | 9,8 | 6,7 | » | 6,78 | 6,52 | 5,90 | −1,7 | 6,65 | 92 | » | 6,0 |
| 15 | 757,1 | 2,4 | 4,2 | 3,3 | 1,2 | 4,0 | 2,6 | 2,2 | » | 4,48 | 4,88 | 5,67 | 0,0 | 5,38 | 96 | » | 0,0 |
| 16 | 755,5 | 1,1 | 3,0 | 2,0 | 0,2 | 2,7 | 1,4 | 1,7 | » | 3,77 | 4,20 | 5,14 | 0,3 | 4,61 | 86 | » | 0,0 |
| 17 | 754,5 | 0,2 | 3,5 | 1,8 | −0,3 | 3,2 | 1,4 | 1,7 | » | 3,27 | 3,76 | 4,78 | 1,3 | 4,60 | 87 | » | 10,5 |
| 18 | 741,6 | 3,1 | 9,5 | 6,3 | 3,0 | 10,4 | 6,7 | 5,3 | » | 4,82 | 4,76 | 5,01 | 6,6 | 5,51 | 81 | » | 10,5 |
| 19 | 741,2 | 0,6 | 5,7 | 3,1 | −0,2 | 5,9 | 2,8 | 3,8 | » | 4,02 | 4,16 | 4,82 | 0,2 | 5,74 | 91 | » | 0,0 |
| 20 | 744,3 | 3,0 | 6,6 | 4,8 | 1,8 | 7,9 | 4,8 | 3,2 | » | 3,98 | 4,38 | 4,94 | 3,4 | 5,25 | 87 | » | 0,0 |
| 21 | 750,3 | 1,4 | 4,3 | 2,8 | 0,4 | 4,2 | 2,3 | 2,4 | » | 3,54 | 3,90 | 4,72 | 0,5 | 5,14 | 90 | » | 0,0 |
| 22 | 746,0 | 2,3 | 7,3 | 4,8 | 1,8 | 7,7 | 4,7 | 5,5 | » | 4,29 | 4,21 | 4,61 | 1,1 | 5,68 | 80 | » | 0,0 |
| 23 | 735,8 | (1) | 8,6 | 7,5(2) | (1) | 9,0 | 7,7(2) | 7,5 | » | 6,10 | 5,68 | 5,23 | 0,6 | 6,76 | 83 | » | 15,0 |
| 24 | 733,7 | (1) | 10,3 | 8,7(2) | (1) | 11,2 | 8,7(2) | 7,8 | » | 6,79 | 6,76 | 6,21 | 5,0 | 6,14 | 76 | » | 10,0 |
| 25 | 736,6 | 4,6 | 9,2 | 6,9 | 4,3 | 10,2 | 7,2 | 7,2 | » | 6,34 | 6,22 | 6,24 | 2,9 | 6,26 | 80 | » | 7,5 |
| 26 | 743,0 | 6,5 | 8,8 | 7,6 | 6,2 | 9,4 | 7,8 | 6,9 | » | 6,55 | 6,49 | 6,45 | 1,2 | 6,71 | 89 | » | 8,5 |
| 27 | 750,7 | 4,9 | 7,9 | 6,4 | 4,4 | 8,2 | 6,3 | 6,1 | » | 6,31 | 6,33 | 6,50 | 0,6 | 6,38 | 88 | » | 3,5 |
| 28 | 757,8 | 4,2 | 6,2 | 5,2 | 3,6 | 7,5 | 5,5 | 2,7 | » | 5,18 | 5,67 | 6,33 | 1,5 | 5,47 | 95 | » | 0,0 |
| 29 | 761,6 | −1,2 | 3,3 | 1,0 | −1,3 | 3,1 | 0,9 | 0,8 | » | 3,96 | 4,58 | 5,64 | 1,2 | 4,83 | 97 | » | 1,5 |
| 30 | 758,0 | −1,1 | 1,9 | 0,4 | −1,4 | 1,3 | 0,0 | −0,2 | » | 3,21 | 3,94 | 5,16 | 0,9 | 4,35 | 94 | » | 7,0 |
| 31 | 758,6 | −1,7 | 0,4 | −0,6 | −2,2 | 0,1 | −1,0 | −1,5 | » | 2,35 | 3,11 | 4,57 | 0,8 | 4,15 | 97 | » | 1,0 |
| Moy. | 751,1 | » | 5,9 | 4,3 | » | 6,3 | 4,2 | 3,8 | » | 4,48 | 4,65 | 5,10 | 1,3 | 5,54 | 87,8 | » | 4,7 |

(1) Température ascendante pendant tout le jour. (2) Moyenne des observations de minuit, 9 h. M., midi, 9 h. S. (3) T−*t* est l'excès du thermomètre noir dans le vide sur le thermomètre nu du jardin.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Janv. 1872.**

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Pluie. Terrasse (1). | Cour. | Évaporation. | Vents. Direction et force. | Nuages. | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ′ | ° ′ | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.37,3 | 65.43,3 | 4,5046 | » | » | » | S faible. | » | 0,8 | Brouillard épais. |
| 2 | 36,7 | 42,2 | 4,5103 | » | » | » | S modéré. | S | 1,0 | Brume. Gelée blanche. |
| 3 | 38,0 | 41,8 | 4,5184 | 2,4 | 1,4 | » | SSO modéré. | » | 1,0 | Léger brouillard. |
| 4 | 37,4 | 41,0 | 4,5148 | 1,0 | 1,2 | » | SO fort. | SO | 1,0 | Nimbus, pluie. |
| 5 | 36,6 | 41,1 | 4,5261 | 2,1 | 3,8 | » | SO très-fort. | SO | 0,7 | Pluie. |
| 6 | 35,5 | 42,7 | 4,5089 | 3,2 | 3,1 | » | S modéré. | SSO | 0,5 | Petite pluie à midi. |
| 7 | 36,3 | 41,7 | 4,5303 | 0,1 | 0,1 | » | SSO as. fort. | SSO | 0,8 | Id. |
| 8 | 35,8 | 43,0 | 4,5164 | 7,3 | 5,1 | » | OSO modéré. | OSO | 0,4 | Pluie dans l'après-midi. |
| 9 | 34,3 | 42,2 | 4,5151 | 2,5 | 2,4 | » | ONO modéré. | ONO | 0,7 | Ciel variable. |
| 10 | 34,1 | 42,7 | 4,5266 | 0,0 | 0,0 | » | NO faible. | N | 0,9 | Nimbus, brume. |
| 11 | 33,6 | 40,8 | 4,5079 | 1,7 | 1,8 | » | S modéré. | » | 1,0 | Grésil vers 8h du matin; pluie. |
| 12 | 38,8 | 41,0 | 4,5292 | 3,9 | 3,9 | » | O faible. | ONO | 0,9 | Brouillard, pluie. |
| 13 | 36,3 | 42,2 | 4,5066 | 0,1 | 0,1 | » | S modéré. | SE | 1,0 | Brd; coup de vent de 11h à minuit. |
| 14 | 38,5 | 41,9 | 4,5128 | 9,5 | 9,7 | » | ONO faible. | ONO | 0,7 | Brouillard, pluie. |
| 15 | 37,7 | 43,1 | 4,5127 | 0,3 | 0,3 | » | SSE faible. | SE | 0,9 | Brouillard. |
| 16 | 37,2 | 42,1 | 4,5041 | » | » | 2,9 | ESE faible. | ESE | 1,0 | Nimbus. |
| 17 | 35,6 | 41,7 | 4,4959 | » | » | 2,7 | S assez fort. | SSO | 1,0 | Nimbus; pluie dans la nuit. |
| 18 | 35,7 | 40,1 | 4,5106 | 2,2 | 3,0 | 1,7 | SSO modéré. | OSO | 0,3 | Nuageux; beau le soir. |
| 19 | 35,0 | 41,0 | 4,5009 | 0,0 | 0,0 | 2,7 | ESE tr.-faible. | » | 0,9 | Brouillard, pluie. |
| 20 | 35,2 | 41,9 | 4,4991 | 5,8 | 6,0 | 2,5 | ENE faible. | ENE | 0,5 | Brouillard. |
| 21 | 34,0 | 43,1 | 4,5158 | » | » | 2,3 | S faible. | SSO | 0,9 | Cumulus; nimbus. |
| 22 | 32,5 | 39,7 | 4,4966 | 0,0 | 0,1 | 2,0 | SSE faible. | S | 1,0 | Nimbus, pluie. |
| 23 | 32,9 | 39,5 | 4,5068 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | SSO fort. | SSO | 1,0 | Id. |
| 24 | 33,1 | 39,8 | 4,5162 | 7,3 | 9,4 | » | SO assez fort. | SO | 0,6 | Très-nuageux. |
| 25 | 36,1 | 40,6 | 4,4958 | 0,6 | 0,7 | 1,5 | S assez fort. | SO | 0,9 | Pluvieux. |
| 26 | 35,6 | 42,5 | 4,5115 | 2,2 | 3,0 | » | SSO modéré. | SO | 0,9 | Grésil à 3h 10m du soir; pluie. |
| 27 | 36,9 | 41,7 | 4,5086 | 3,1 | 2,6 | » | O faible. | OSO | 1,0 | Couvert, pluie. |
| 28 | 36,6 | 42,0 | 4,4967 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | ONO faible. | » | 0,9 | Brouillard intense. |
| 29 | 37,0 | 40,6 | 4,4845 | » | » | » | SSO modéré. | » | 1,0 | Brouillard. |
| 30 | 36,2 | 40,8 | 4,5052 | » | » | » | SSE faible. | SE | 0,9 | id. |
| 31 | 38,2 | 40,5 | 4,4978 | » | » | » | SE faible. | » | 0,9 | Id. |
| Moy. | 17.36,0 | 65.41,6 | 4,5093 | 57,1 | 59,1 | » | | | 0,84 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — JANVIER 1872.

*Résumé des observations régulières.*

Les moyennes comprises dans la dernière colonne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

| | 8h M. | 9h M. | Midi. | 3h S. | 6h S. | 9h S. | Minuit. | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 751,03 | 751,22 | 751,12 | 750,78 | 751,09 | 751,12 | 750,68 | 751,03 |
| Pression de l'air sec | 745,72 | 745,87 | 745,38 | 744,84 | 745,48 | 745,58 | 745,15 | 745,49 |
| Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne | | | | | | | | 4°,3 |
| » » du jardin | | | | | | | | 4,2 |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | 3°,27 | 3°,57 | 4°,82 | 5°,31 | 4°,60 | 4°,15 | 3°,95 | 4,12 |
| » (jardin), *t* | 3,12 | 3,49 | 4,91 | 5,36 | 4,44 | 4,04 | 3,90 | 4,08 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | 2,93 | 3,29 | 4,65 | 5,05 | 4,19 | 3,82 | 3,70 | 3,86 |
| Thermomètre électrique (13m,7) | 2,98 | 3,22 | 4,63 | 5,04 | 4,23 | 3,83 | 3,57 | 3,81 |
| » (33m,0) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Thermomètre noir dans le vide, T | 2,96 | 4,41 | 7,89 | 6,83 | 4,12 | 3,95 | 3,56 | 4,95 |
| Excès (T — *t*) | —0,16 | 0,92 | 2,98 | 1,47 | —0,32 | —0,09 | —0,34 | 0,87 |
| Température moyenne T' déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S. | | | | | | | | 5,81 |
| Température moyenne (T — *t'*) | » | | » | | » | | ....... | 1,26 |
| Température du sol à 0m,02 | 4,06 | 4,17 | 4,83 | 5,07 | 4,66 | 4,52 | 4,40 | 4,48 |
| » 0m,10 | 4,47 | 4,47 | 4,63 | 4,87 | 4,87 | 4,79 | 4,72 | 4,65 |
| » 0m,30 | 5,08 | 5,08 | 5,06 | 5,05 | 5,05 | 5,13 | 5,13 | 5,10 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 5,31 | 5,35 | 5,74 | 5,94 | 5,61 | 5,54 | 5,53 | 5,54 |
| Etat hygrométrique en centièmes | 89,9 | 89,1 | 85,8 | 85,3 | 87,1 | 87,9 | 88,5 | 87,8 |
| Inclinaison magnétique 65°+ | 41',35 | 41',59 | 41',58 | 41',33 | 41',33 | 41',54 | 41',51 | 41',55 |
| Déclinaison magnétique 17°+ | 36,43 | 35,99 | 40,87 | 41,85 | 39,28 | 35,80 | 35,90 | 37,14 |
| Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)] | | | | | | | | 57,1 |
| » (udomètre du jardin) | 22,8 | 4,4 | 7,3 | 6,2 | 11,2 | 2,2 | 5,5 | 59,6 |

*Nota.* — Dans la première page des observations de Paris pour le mois de décembre dernier, la note finale doit être rétablie ainsi : « (2) Moyenne des observations de minuit, 9 h. M., midi, 9 h. S. » Midi avait été omis.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Delaunay** demande la parole et s'exprime ainsi :

« C'est avec un bien grand regret que je me vois dans l'obligation d'adresser à l'Académie une réclamation au sujet du *Compte rendu*. Parmi les pièces de la Correspondance de lundi dernier, se trouvait une Note de M. Renou, intitulée : *Réponse à la dernière Note de M. Delaunay, sur l'Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris pour* 1872. L'existence de cette Note de M. Renou a été simplement signalée ; il n'en a pas été donné lecture. Quel n'a pas été mon étonnement lorsque je l'ai trouvée insérée, tout au long, dans le *Compte rendu* imprimé de la séance.

» Je ne puis m'empêcher d'appeler l'attention de tous mes confrères sur ce qu'il y a de fâcheux dans une pareille manière d'agir, dont je ne connais aucun précédent. Je demande que l'on veuille bien décider, qu'à l'avenir, toute pièce de polémique, si elle n'a pas été lue à la séance, ou tout au moins analysée, ne pourra pas être insérée au *Compte rendu*, surtout si cette pièce émane d'une personne étrangère à l'Académie.

» Quant à la Note de M. Renou, je ne m'arrêterai pas à y répondre. Il me suffit d'avoir montré (*voir* plus haut, page 299) dans quel esprit sont

conçues les attaques que l'on dirige, ici et ailleurs, contre les nouvelles publications de l'Observatoire. Tant que l'intérêt de la science sera véritablement en jeu, on me trouvera toujours prêt à discuter. Mais, dans la circonstance actuelle, personne ne s'y trompe, il s'agit de tout autre chose. Je ne donnerai pas à mes adversaires la satisfaction de les suivre sur le terrain où ils voudraient m'entraîner. »

**M. Serret** prend la parole après M. Delaunay et s'exprime ainsi :

« Je m'associe entièrement aux observations que notre savant confrère, M. Delaunay, vient de présenter à l'Académie. Comme lui, je ne puis m'expliquer qu'une Note agressive, qui n'a pas été lue en séance, ait été introduite dans le *Compte rendu*. Je ne comprends pas davantage que la proposition dont notre savant confrère, M. Le Verrier, a donné lecture à la dernière séance, figure également dans le même *Compte rendu* (précisément à la suite de la Note qui fait l'objet de la réclamation de M. Delaunay); l'Académie avait en effet décidé, avec juste raison, conformément à l'opinion de notre éminent Président, que la question soulevée par la proposition de M. Le Verrier ne pouvait être discutée que dans un comité secret.

» Ces faits sont regrettables; ils doivent arrêter l'attention de l'Académie.

» Quant à ce qui est des critiques dirigées contre les récentes publications de l'Observatoire, il est évident que l'intérêt scientifique n'y entre pour rien, et qu'elles ne peuvent avoir d'autre objet que d'atteindre, dans leur renommée scientifique, le Directeur de l'Observatoire et surtout son savant collaborateur, M. Marié Davy, travailleur infatigable qui mérite, à tous les points de vue, les sympathies et les encouragements de l'Académie.

» Si, en effet, l'intérêt de la science eût été seul en jeu, il y avait, pour donner satisfaction entière à cet intérêt, un moyen simple, que j'ai eu plusieurs fois pour ma part l'occasion de pratiquer vis-à-vis de savants éminents. Il suffisait de signaler au Directeur de l'Observatoire, ou à M. Marié Davy, les erreurs contenues dans les tableaux qu'ils ont publiés. Si ces erreurs existent, ce que j'ignore et ce que M. Delaunay conteste, au moins en partie, les rectifications nécessaires eussent été faites immédiatement, soit au moyen d'un *erratum*, soit à l'aide d'une publication nouvelle. Cette manière de procéder eût été digne, honorable pour tout le monde, et elle aurait été assurément suivie, si l'on n'avait pas eu l'intention bien arrêtée d'ouvrir une polémique ardente.

» L'Académie ne doit pas se prêter à ces combinaisons, et j'exprime le vœu que les Communications du genre de celles dont je m'occupe ne soient jamais, à l'avenir, insérées dans le *Compte rendu*. On se bornerait à les mentionner brièvement en les renvoyant à l'examen d'une Commission.

» Dans le cas dont il s'agit aujourd'hui, je me demande quel est le but final auquel on veut atteindre. Ainsi que je l'ai dit déjà, c'est M. Marié Davy qui est en cause bien plutôt que notre savant confrère, le Directeur de l'Observatoire. Mais il est difficile d'admettre qu'on puisse se figurer que le mérite d'un physicien de la valeur de M. Marié Davy aura subi quelque atteinte, parce qu'il se sera glissé quelques erreurs dans les chiffres que ce savant aura relevés ou fait relever par un de ses aides. Ce n'est pas dans le sein de l'Académie des Sciences, assurément, qu'on obtiendra ce résultat; mais il se peut qu'en dehors de cette enceinte on ait plus de succès.

» Et voilà pourquoi je réprouve de toute mon énergie ces critiques stériles, qui peuvent être faites de bonne foi, mais qui, dépassant le but auquel elles tendent, risquent d'entraîner de déplorables conséquences. »

**M. Le Verrier** fait remarquer à M. Serret qu'il se plaint à la fois et de l'insertion de la note de M. Renou, qui n'aurait pas été lue en séance, et de l'insertion d'une proposition de M. Le Verrier, relative à la réimpression des observations météorologiques, proposition qui a été lue en son entier. C'est trop de moitié au moins.

» M. le Secrétaire perpétuel ne pouvait en aucune façon supprimer du *Compte rendu* une pièce lue devant l'Académie.

» Quant au fond, M. Le Verrier pense qu'en comité secret M. Serret, mieux informé, pourra changer d'avis. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réponse à* M. Fremy; *par* **M. Pasteur.**

« Je commence par déclarer à l'Académie que j'accepte, sans réserve, la proposition faite par M. Dumas dans la dernière séance. Déjà, à deux reprises, j'ai sollicité le jugement direct de l'Académie : une première fois, lorsqu'il s'est agi des contradictions de MM. Pouchet et Joly, et, tout récemment, lors de ma réponse aux critiques de M. Liebig. Je suis d'accord avec ces précédents, en soumettant de nouveau mes expériences à l'examen d'une Commission, dans la forme indiquée par M. Dumas ou dans telle forme qu'il plaira à l'Académie de déterminer.

» M. Fremy, je regrette d'être obligé d'en faire la remarque dès l'abord,

débute dans sa discussion par une suite de pétitions de principes. Exemple :

« Ces transformations, dit M. Fremy, si variées et si nombreuses, produites par les fermentations, ne s'opèrent pas spontanément; elles exigent l'intervention d'agents spéciaux CRÉÉS PAR L'ORGANISME et que l'on désigne sous le nom de ferments. »

» Mais, ce qui est en discussion, est précisément de savoir si les ferments sont CRÉÉS PAR L'ORGANISME ! M. Fremy affirme donc dans sa définition le principe même qui est en question. Autre exemple :

« Lorsque les corps hémi-organisés, dit M. Fremy, restent dans les conditions normales, c'est-à-dire à l'abri de l'air et dans l'intérieur des tissus, ils concourent naturellement au développement des organes. Mais, dès qu'ils reçoivent l'influence de l'air, leurs fonctions changent; et d'éléments de nutrition qu'ils étaient d'abord, ils deviennent des agents de décomposition; en un mot, ils se changent en ferments. »

» Mais nous discutons sur la question de savoir si les corps albumineux se changent en ferments organisés. M. Fremy dit *oui;* moi, je dis *non;* sa définition comprend donc encore le principe même qui est en question.

» Je pourrais citer bien d'autres exemples de ce qu'on appelle, selon la logique, un faux raisonnement, dans les communications de M. Fremy, qui n'en condamne pas moins mes opinions parce qu'elles ne s'accordent pas avec ses définitions.

« Qu'est-ce que notre confrère entend donc, s'écrie M. Fremy, par cette expression si vague et si élastique de fermentation proprement dite? »

» Je le crois bien, M. Fremy a adopté une définition des ferments qui exclut ceux dont je me suis occupé, quoiqu'ils soient seuls en cause, car je n'ai jamais écrit une seule ligne sur la diastase, la pectase, la synaptase, etc. J'appelle *fermentations proprement dites* (M. Fremy doit le savoir mieux que personne) les fermentations que j'ai étudiées et qui comprennent toutes les fermentations les mieux caractérisées, celles qui sont vieilles comme le monde, celles qui donnent le pain, le vin, la bière, le lait aigri, l'urine ammoniacale, etc., etc., celles dont les ferments sont, d'après mes recherches, des êtres vivants qui naissent et se multiplient pendant l'acte de la fermentation.

» Ai-je donc été un novateur bien hardi pour avoir ajouté au mot *fermentations* la qualification de *proprement dites*, lorsque j'ai eu à caractériser, en le circonscrivant, le progrès dû à mes recherches, progrès consistant dans la découverte remarquable d'êtres vivants dans toutes les fermentations qui m'ont occupé? Et ce reproche me vient d'un confrère qui a inventé, lui, tant de mots nouveaux pour représenter des choses tout à fait

indéterminées, la pectase, la pectose, la parapectine, la métapectine, l'acide pectosique, l'osséine, la conchioline, l'ichtine, l'ichtidine, l'ichtuline, l'acide gommique, etc., etc.

» Considérons la fermentation lactique, puisque M. Fremy a déclaré que c'était une de celles qui avaient ses préférences. Une des hypothèses de M. Fremy est que le caséum est le ferment qui produit la fermentation lactique du lait.

» M'étant occupé, après lui, de cette fermentation, j'ai trouvé, contrairement à son opinion, que le caséum n'est pas du tout le ferment de cette fermentation, qu'il est tout au plus l'aliment azoté de ce ferment, lequel est un petit végétal microscopique naissant dans le lait après sa sortie du pis de la vache, s'y nourrissant, s'y multipliant, et que c'est parallèlement à la vie de ce champignon qu'il y a fermentation lactique; qu'enfin, le germe de cet être vient des poussières sur les objets ou en suspension dans l'air. C'est si peu le caséum qui est le ferment du lait, que j'ai produit la fermentation lactique en supprimant tout à fait le caséum et en le remplaçant simplement par un sel d'ammoniaque cristallisé. Avant tous ces progrès dus à mes recherches, M. Fremy était excusable de confondre la fermentation lactique avec la fermentation diastasique, mais aujourd'hui!

» M. Fremy me dit : « M. Pasteur voudrait-il établir une différence » entre la fermentation lactique et la fermentation diastasique »?

» Et comment pourrais-je faire autrement, puisque, indépendamment d'autres différences profondes, la diastase n'est pas un être vivant, et que le ferment lactique en est un. D'ailleurs, qu'importe tout ceci! La diastase n'est pas en cause; nous avons à déterminer si le ferment lactique, être vivant, a pour origine le caséum du lait ou un germe venant des poussières de l'air.

» M. Fremy parle de mes théories; mais mes opinions ne sont que l'expression même des faits que j'ai observés. Je ne fais pas d'hypothèses. On disait, avant mes recherches, et M. Fremy a répété encore, il y a quelques jours : « Le caséum, les matières albuminoïdes sont tantôt ferment alcoo» lique, tantôt ferment lactique, tantôt ferment butyrique. » Pourquoi affirmé-je que c'est une erreur? Pour me borner à une seule preuve, c'est que je produis les fermentations dont je viens de nommer les ferments sans emploi quelconque de matières albuminoïdes, tout au moins les deux dernières de ces fermentations, et j'ai rendu compte de la difficulté qu'on rencontre pour obtenir la première dans les conditions dont il s'agit.

» Je soutiens aussi que les ferments précédents ont leurs germes dans

les poussières de l'air. Mais, n'est-ce pas une conclusion forcée de mes expériences, puisque, quand je supprime ces poussières, toutes ces fermentations n'apparaissent plus, et que, d'autre part, si je laisse tomber dans des matières fermentescibles ces mêmes poussières, recueillies, par exemple, sur une bourre d'amianthe, la fermentation se déclare absolument comme dans les conditions naturelles.

» Il y a des caractères très-simples auxquels on reconnaît les théories erronées. Généralement elles ne peuvent prévoir aucun fait nouveau, et toutes les fois qu'un fait de cette nature est découvert, ces théories sont obligées, pour en rendre compte, de greffer une hypothèse nouvelle sur les hypothèses anciennes. Ainsi, je trouve que le ferment lactique n'est pas du caséum, que c'est un être vivant. Comment vais-je accommoder, se dit M. Fremy, la théorie de M. Liebig, que j'ai suivie pas à pas dans mon ancien Mémoire sur la fermentation lactique avec ce fait nouveau? M. Fremy est sorti d'embarras en ajoutant une hypothèse nouvelle à celle qui fait le fond de la théorie de Liebig. Il ne dit plus, comme autrefois : le caséum est le ferment lactique; il dit : le caséum est un corps *hémi-organisé* qui a la propriété de s'organiser à l'air pour former le petit champignon lactique de M. Pasteur.

» Poursuivons : je découvre un autre fait nouveau, à savoir, que le ferment butyrique est un vibrion. Vite, une nouvelle hypothèse : le caséum hémi-organisé, dit M. Fremy, peut également s'organiser en vibrion. Je découvre encore un autre fait nouveau : l'alcool se transforme à l'air en acide acétique, par l'influence du *mycoderma aceti*. Eh bien, dit M. Fremy, qu'à cela ne tienne : mon caséum hémi-organisé aura la complaisance de s'organiser en *mycoderma aceti*. Et M. Fremy est si bien la dupe inconsciente de toute cette logomachie, que l'Académie a pu voir avec quelle bonne foi notre confrère a repoussé l'observation si vraie de M. Wurtz. Quoi, dit-il, moi le plagiaire de Liebig? Mais, n'ai-je pas couronné la théorie de Liebig de l'hypothèse de l'hémi-organisme?

» Le propre des théories vraies, au contraire, c'est d'être l'expression même des faits, d'être commandées et dominées par eux, et de prévoir sûrement des faits nouveaux parce qu'ils sont enchaînés aux premiers. En un mot, le propre de ces théories est la fécondité. C'est le caractère que M. Balard, avec sa bienveillance toute paternelle à mon égard, a voulu faire ressortir en parlant de mes recherches. Il s'agissait bien, dans la parole convaincue de M. Balard, de vains éloges à M. Pasteur! C'est la fécondité des idées qui me servent de guide, opposée à la stérilité de la doctrine allemande défen-

due par M. Fremy, que M. Balard a proclamée justement comme une preuve de la vérité et une lumière dans cette discussion.

» J'en aurais fini avec la première communication de M. Fremy, si je n'y trouvais quelques propositions expérimentales auxquelles M. Fremy paraît attacher une grande importance. Voici une de ces propositions :

» Les phénomènes véritables de fermentation se manifestent donc toujours avant l'apparition des moisissures. »

» J'oppose à cette proposition la dénégation la plus absolue, et si M. Fremy le désire, je lui indiquerai le moyen très-simple d'avoir toujours des moisissures avant l'apparition des fermentations.

Voici une autre assertion de M. Fremy :

» La fermentation alcoolique peut se produire avec les substances azotées les plus diverses, et notamment avec la gélatine, composé artificiel (*sic*) soluble dans l'eau et dénué par conséquent de toute structure organique proprement dite. »

» J'oppose encore à cette proposition une dénégation absolue.

» Je ne puis pas abandonner cette première communication de M. Fremy sans faire remarquer qu'elle contient une page beaucoup plus sérieuse que toutes les autres. On comprend, à sa lecture, combien M. Fremy était préoccupé en la rédigeant, et quel trouble il y avait alors dans son esprit. Cette page commence ainsi :

» La réponse qui m'a été faite dans la dernière séance, par M. Pasteur, est beaucoup plus importante que les précédentes ; je me réserve de la discuter longuement dans la suite de ce débat... »

Il s'agit, en effet, de l'expérience sur le jus naturel de raisin, qui, mis au contact de l'air privé de germes, doit forcément, dans l'opinion de M. Fremy, entrer en fermentation, et au contraire, ne pas fermenter du tout, dans la théorie des germes extérieurs. La vraie question était là, et l'on s'étonne à bon droit que M. Fremy ait écrit douze pages d'explications avant d'en venir à cette expérience décisive. M. Fremy me répond : je ne puis discuter cette expérience : vous n'avez pas dit comment vous la faisiez. Sur ce point, je veux encore me taire : M. Fremy me permettra de choisir mon heure. Mais voici une autre expérience identique, faite sur le sang. Assurément, M. Fremy ne dira pas que l'altération du sang au contact de l'air ne rentre pas dans sa définition générale des fermentations.

» D'un autre côté, si l'hémi-organisation existe quelque part, ce doit être à coup sûr dans le sang naturel pris sur l'animal vivant en pleine santé. »

**M. Pasteur** décrit ici les dispositions de ses expériences de 1863 sur le sang frais; puis il continue ainsi :

« Dans la prochaine séance, je discuterai les huit expériences de la dernière Communication de M. Fremy.

» En terminant, j'adresse mes remercîments à ceux de nos confrères qui, en mon absence, ont bien voulu me prêter l'appui de leurs convictions. Devant leurs manifestations et les miennes, M. Fremy se pose en victime. Cependant, il ne devrait pas oublier que si nos répliques le troublent, c'est lui qui les a provoquées.

» Au moment où je prenais ici, contre M. Liebig, la défense d'une opinion qui, après tout, appartient à la science française, pourquoi M. Fremy s'est-il fait, d'une manière au moins inopportune, le champion de la science allemande, avec laquelle j'ai hâte de reprendre un débat dont je me suis distrait à regret?

» En attendant, je me mets de nouveau à la complète disposition de l'Académie. Je suis prêt à répéter devant mes confrères toutes mes expériences. Ma situation est pourtant bien autre que celle de M. Fremy. Pour notre confrère, qui prétend que les matières fermentescibles trouvent en elles-mêmes leurs ferments, chaque cause d'erreur bénéficie à son opinion. Pour moi, qui soutiens qu'il n'y a pas de fermentations spontanées, je suis tenu d'éloigner toute cause d'erreur et toute influence perturbatrice. Je ne puis maintenir mon sentiment qu'au moyen des expériences les plus irréprochables; le sien, au contraire, profite de toute expérience insuffisante, et c'est là seulement qu'il a trouvé son appui. C'est ce que j'espère démontrer d'une manière palpable dans une des prochaines séances. »

**M. Le Verrier** prie M. Pasteur de vouloir bien compléter sa démonstration en disant ce qui arrive quand on brise le col d'un des ballons dans lequel le sang est resté intact.

**M. Pasteur** répond à M. Le Verrier que, dans tous les cas, il y a commencement d'altération du sang dans l'intervalle de vingt-quatre ou quarante-huit heures.

M. Pasteur ajoute en outre ce qui suit :

« L'expérience sur le sang frais sortant de l'artère ou de la veine de l'animal vivant peut être répétée avec le même succès sur l'urine naturelle. M. Fremy objecte que l'expérience sur le sang n'est pas démonstrative :

bien entendu, il ne peut en donner aucune raison sérieuse. Mais, pour l'urine, il ne peut soutenir que ce n'est pas un liquide fermentescible proprement dit, puisqu'il est démontré que c'est un ferment organisé vivant qui provoque la fermentation ammoniacale. Mais je veux aller plus loin. Quoique je n'en aie jamais fait l'épreuve, je déclare ici à M. Fremy que, quand il le voudra, je répéterai l'expérience que je viens de décrire pour le sang et l'urine, EN ME SERVANT DU LAIT NATUREL PRIS DANS LE PIS DE LA VACHE, et voici ce que j'affirme par avance : ce lait gardera indéfiniment son alcalinité au contact de l'air pur, et ne donnera lieu à aucune fermentation quelconque; il éprouvera simplement une oxydation chimique directe qui donnera un léger goût et une odeur faible de suif à la matière grasse.

» En résumé, j'affirme que les quatre liquides les plus altérables de l'économie animale et végétale, à savoir : le sang, l'urine, le lait, le jus de raisin, sont incapables d'éprouver aucune fermentation au contact de l'air pur, parce que le corps des animaux et des végétaux est fermé à l'introduction des germes extérieurs de ferments, dans les conditions de santé et de vie normales. Lorsque cette introduction est possible, il en résulte le plus souvent des états maladifs, parfois terribles.

» Je pourrais donc reproduire la question que j'ai faite antérieurement à M. Fremy, sous cette nouvelle forme :

» M. Fremy confesserait-il ses erreurs si je démontrais que du lait naturel, pris dans le pis de la vache (PAR UN MODE OPÉRATOIRE IDENTIQUE A CELUI QUE JE VIENS DE DÉCRIRE DE VIVE VOIX POUR LE SANG) et mis au contact de l'air privé de germes, ne peut éprouver aucune fermentation quelconque? »

CHIMIE. — *Communication de* **M. CHEVREUL**, *relative à l'histoire des ferments, d'après* van Helmont.

« Dans la séance du 22 janvier, M. Wurtz, après la lecture de M. Fremy, demanda la parole pour faire remarquer que M. Liebig était auteur de l'opinion selon laquelle on attribue la cause de la fermentation à un mouvement communiqué par le ferment à la matière fermentescible, de sorte, concluait-il, qu'il n'y avait aujourd'hui que deux explications de la fermentation : l'une de M. Liebig et l'autre de M. Pasteur.

» En prenant la parole, après M. Wurtz, je racontai à l'Académie comment M. Mitscherlich m'avait dit, à son dernier voyage à Paris, dans un

entretien sur la fermentation, qu'il avait professé la théorie dynamique de la fermentation avant M. Liebig, et c'est alors que je lui appris que Stahl, à ma connaissance, était le premier qui en avait donné une tout à fait précise.

» Le temps ne m'ayant pas permis de rédiger une Note en temps opportun pour l'impression, et plusieurs de mes honorables collègues ayant bien voulu m'exprimer quelque regret que mes remarques n'eussent pas été consignées au *Compte rendu* de la séance, je réponds à leur désir. en présentant une suite de considérations aussi concises que possible sur les opinions principales dont la fermentation a été l'objet avant Lavoisier, car ces considérations se rattachent à un ordre d'idées dont l'histoire, si elle a été faite, l'a été d'une manière fort différente de celle que j'ai tracée dans plusieurs articles du *Journal des Savants*, dont le premier remonte à 1850.

» Si Stahl est le chimiste le plus ancien qui, avant Lavoisier, ait donné une explication de la fermentation toute dynamique, je pense que, pour bien saisir l'enchaînement des idées relatives à cette partie de l'histoire de la chimie, il faut remonter à van Helmont, dont le nom est si étroitement lié à l'histoire des agents appelés *ferments*, eu égard à l'importance qu'il leur a attribuée dans ses conceptions sur le monde.

» Rappelons donc que van Helmont classe dans six catégories tout ce qu'il comprend dans le monde créé.

| | |
|---|---|
| La *première catégorie* comprend la SUBSTANCE ABSOLUE...... | L'âme immortelle. |
| La *seconde*, les ACCIDENTS habitant dans les êtres.......... | Propriétés, Puissances, Qualités, Facultés des choses. |
| La *troisième*, les CRÉATURES NEUTRES intermédiaires entre la substance et l'accident : | L'âme des plantes, L'âme sensitive de l'homme et des animaux, Le magnale, Le feu et la lumière, Le ferment immortel, Le lieu. |
| La *quatrième*, les PRINCIPES-ESPRITS.................... | Archées, Ferments altérables, Ferments altérables séminaux. |

» Les deux dernières catégories comprennent tous les corps auxquels on attribue, depuis Newton, la pesanteur.

| | | |
|---|---|---|
| La *cinquième catégorie* comprend la MATIÈRE SIMPLE....... | | L'air,<br>L'eau. |
| La *sixième,* les PRODUCTIONS SÉMINALES : | Les conjonctions de l'eau avec les archées.............. | Minéraux,<br>Végétaux,<br>Animaux. |
| | Par analogie :<br>Les gaz représentés par eau, plus vertu séminale....... | Gaz ou esprits sauvages. |

» Je croirais abuser du temps de l'Académie si quelques remarques que me suggère l'ensemble des idées de van Helmont, résumées dans le tableau précédent, ne montraient pas à beaucoup de personnes la différence extrême existant entre ma manière d'envisager la théorie chimique du célèbre médecin de Bruxelles et les idées qu'on se fait généralement de ces théories.

» Ce tableau, après quelque attention réfléchie, fait saisir à l'œil la différence absolue établie par van Helmont entre la matière et l'idée que nous nous en faisons.

» Les deux seuls éléments matériels admis par van Helmont sont l'*air* et l'*eau*, corps absolument passifs, dénués de toute activité, de toute propriété de réagir.

» A quoi faut-il attribuer la propriété élastique de l'air, que le froid ou la pression *condense*, et que la chaleur ou une diminution de pression *dilate*, si l'élasticité n'est pas inhérente à sa nature gazeuse, comme tout le monde le pense?

» Il faut l'attribuer, selon van Helmont, au *magnale*, créature neutre de la troisième catégorie, intermédiaire entre la *substance* et l'*accident*, être impondérable, siégeant dans l'air dont il interrompt la contiguïté des parties et *fait varier le volume selon qu'il le presse plus ou moins*.

» L'élément *air* n'entre en combinaison avec aucun autre corps, et je dirai bientôt qu'*un gaz*, selon *van Helmont, est absolument différent de l'air*.

» Passons au second élément, à l'*eau*.

» L'*eau* est aussi essentiellement passive que l'*air*, elle est immuable, ne peut être changée en *air*, pas plus que l'*air* en *eau;* mais elle diffère essentiellement de l'air, parce qu'elle est la *base* de tous les corps sensibles à nos sens qui sont pesants et que van Helmont considère comme des *corps de nature complexe*, tels que les *minéraux* et les *végétaux*, puis les *animaux;* car dans la pensée de van Helmont les végétaux sont plus près des minéraux que des animaux.

» Comment l'eau constitue-t-elle tous les corps que van Helmont dit *complexes?*

» C'est par sa *conjonction* avec un être de la quatrième *catégorie*, avec un *principe-esprit*, une *archée*.

» Il y a autant d'*archées spécifiques* que nous comptons aujourd'hui d'espèces chimiques.

C'est donc à la *conjonction* d'un *principe-esprit*, d'un être impondérable avec l'*eau*, élément pondérable, qu'il faut attribuer la cause de la différence des propriétés de la matière complexe de van Helmont. On voit combien cette *conjonction* diffère de l'*affinité*.

» Qu'est-ce que l'*or*, par exemple ?

» C'est de l'*eau* conjointe avec l'*archée spécifique de l'or*, ou l'*esprit séminal de l'or*, répond van Helmont.

» L'*eau* conserve dans l'or sa nature immuable; quant à son *archée*, elle a l'idée de la forme qu'elle doit engendrer en s'unissant à l'eau. Celle-ci, en affectant la forme de l'or, reçoit donc de son archée la densité, la couleur, la ductilité, etc., etc., qui distinguent l'or de l'eau.

» Ici la pensée de van Helmont diffère absolument de celle d'Aristote, pour lequel la *forme* est une *cause d'effet*, tandis que pour le premier elle est un *pur effet* de l'*archée* agissant comme cause.

» Mais ne croyez pas que la puissance de l'archée et de l'or s'étende jusqu'à TRANSMUER *l'eau en or*, car, s'il en était ainsi, *l'esprit de l'or*, son *archée*, serait un FERMENT proprement dit, et *l'eau aurait perdu son essence.*

» Le *ferment*, dans la pensée de van Helmont, a plus de puissance que *l'archée. Une archée unie à l'eau réside dans son* INTÉRIEUR, *tandis qu'un ferment agit en* DEHORS *de l'eau conjointe à une archée*, et c'est en vertu de cette action extérieure qu'il transmet à l'archée l'idée de la forme qu'elle doit donner à l'eau.

» Voilà ce que je voulais exposer à l'Académie, comme histoire de la science, relativement aux questions qui se débattent maintenant dans son sein. Mais, avant de passer outre, il importe de montrer en quoi les *gaz*, *esprits sauvages*, différaient de l'air dans la pensée de van Helmont.

» *L'air* était un *élément* absolument passif, immuable, disait-il, ne pouvant être changé en eau ni en toute autre chose.

» Les gaz de nature *complexe* avaient tous *l'eau* pour élément pondérable commun uni à *une vertu séminale*, c'est-à-dire à quelque chose qui avait appartenu à *l'archée* ou à *l'esprit séminal du corps*, d'où chaque gaz provenait.

» Qu'était la combustion du charbon dans cette manière de voir?

» Le feu créé par Dieu pour les besoins de l'homme développe de la chaleur en détruisant les corps; cette destruction a pour résultat de séparer *l'eau* d'avec *leur archée* ou *leur esprit séminal;* si celui-ci n'est pas détruit complétement, il se dégage un *gaz représenté par de* L'EAU, *plus un* DÉBRIS D'ARCHÉE. Par exemple, le gaz dégagé du charbon (l'acide carbonique) est, pour van Helmont, de la vapeur d'eau, plus un débris de l'ARCHÉE du *charbon.* Ce gaz se loge dans le *magnale,* le vide, les pores de *l'air,* il en gagne la partie supérieure, il se meut dans les *perolèdes,* espaces où errent les vapeurs exhalées de la terre, et qui ont des portes latérales appelées *cataractes;* et c'est là que le gaz frappé de froid abandonne son *eau* qui retombe sur la terre.

» Les idées relatives au *feu* ou à la *combustion* et la *fermentation* sont les premiers phénomènes moléculaires qui aient occupé les hommes et les savants dont l'esprit curieux s'est appliqué à l'étude du monde.

» Le levain, convertissant la pâte de farine de froment en sa propre substance, a donné une première idée de la puissance moléculaire d'un corps; cette observation explique comment des alchimistes des plus renommés, dont j'ai cité les noms, ont considéré la *pierre philosophale* comme un ferment, et la nécessité pour la constituer d'ajouter de l'or ou de l'argent à la matière dont ils prétendaient la composer.

» La conversion des sucs sucrés en alcool avec bouillonnement et chaleur, s'opérant sous l'influence de certaines matières, a ajouté des idées nouvelles à la puissance de ces matières, qu'on a appelées aussi *ferments.*

» La considération de ces faits explique l'importance que van Helmont a attribuée aux ferments dans les phénomènes moléculaires, importance qu'il a étendue à la matière minérale aussi bien qu'à la nature vivante, et il a été le promoteur des théories médicales fondées sur les *ferments.*

» Pour bien comprendre le sens des écrits de van Helmont, il faut se représenter le *ferment* au point de vue de l'unité, en le considérant comme un agent principal, comme *être formel,* qui n'est ni *substance* ni *accident,* créé dès l'origine du monde en forme de lumière et dispersé dans les lieux où Dieu a voulu qu'il y eût des semences propres à développer les corps : tenant du vrai principe, il est indestructible.

» C'est sur l'*archée* que le *ferment* agit immédiatement pour lui transmettre la faculté de donner à l'eau où elle siége la forme déterminée de la semence résultant de l'union de l'archée spécifique avec cette eau.

» La puissance d'un ferment spécifique inaltérable est telle dans la pensée de van Helmont, que ce ferment peut engendrer avec de l'eau la semence à laquelle il correspond.

» Mais l'idée du *ferment* unique et des *ferments spécifiques inaltérables* serait insuffisante pour comprendre la généralité de sa pensée sur les *ferments*, si l'on ne savait pas qu'il reconnaît des *archées altérables* comme il admet des *ferments altérables*.

» Et c'est parmi ces derniers sans doute que se placent les *ferments-odeurs* qu'il distingue des *semences*.

» Ces ferments, s'élevant du fond des marais, produisent des grenouilles, des animaux à coquilles, des limaces, des herbes, etc.

» Du basilic écrasé, mis dans le trou d'une brique couverte d'une autre brique, puis exposé au soleil dans cette position, donne naissance à de véritables scorpions.

» Une chemise sale, comprimée dans l'orifice d'un vaisseau contenant des grains de froment, exhale un *ferment-odeur* qui, modifié par l'odeur du grain, donne lieu à la transmutation du froment, après vingt-et-un jours, en *souris*. Elles sont adultes ; il en est de *mâles* et de *femelles;* elles peuvent reproduire l'espèce en s'accouplant entre elles ou avec celles qui ont eu père et mère.

» Si l'on se rappelle l'ardeur des spiritualistes à combattre la génération spontanée et celle des matérialistes à la soutenir, n'est-on pas étonné de ces dernières propositions, avancées sans hésitation par van Helmont comme des faits ordinaires qu'il aurait constatés? Mais l'étonnement cessera quand on saura que tout spiritualiste-catholique qu'il était, dans un pays soumis longtemps à la tyrannie espagnole, il écrivait que la création du monde avait duré huit jours, et non sept comme le dit la *Genèse*, par la raison que l'eau, base de tous les corps, avait été nécessairement créée avant eux.

» Enfin, pour connaître tout van Helmont, il faut savoir encore ce qu'il a écrit contre la logique, relativement à la faible part qu'elle a eue aux découvertes, et comment on peut parvenir à en faire, au moyen de ferventes prières adressées à Dieu.

» L'étude des œuvres de van Helmont est une des plus fructueuses que je connaisse, à un double égard, d'abord aux idées qu'un homme livré à l'étude des sciences naturelles peut se faire en s'abandonnant à la pente de son esprit, puis à la légèreté avec laquelle la plupart des personnes qualifiées de savants ont parlé de ces œuvres sans en connaître le fond.

» Dans une prochaine Communication, j'examinerai la théorie de la fermentation formulée par Stahl dans un sens dynamique.

» Et enfin, dans une dernière Communication, j'examinerai les opinions sur les ferments débattues en ce moment devant l'Académie, relativement à l'histoire de la science, et, à cette occasion, je reviendrai sur van Helmont. »

GÉOGRAPHIE. — *Note accompagnant la présentation d'une brochure intitulée : « L'étude et l'enseignement de la géographie » ; par* **M. E. Levasseur.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie des Sciences une brochure sur *l'Étude et l'enseignement de la géographie.*

» On s'accorde généralement à reconnaître aujourd'hui que cet enseignement est insuffisant en France, et le Ministre de l'Instruction publique se préoccupe de lui donner, dans les établissements placés sous son autorité, plus d'importance qu'il n'en a eu jusqu'ici.

» Il importe donc de déterminer les conditions et les méthodes les plus propres à rendre cet enseignement fructueux.

» La première de toutes ces conditions, celle sans laquelle les meilleures méthodes sont complétement frappées d'impuissance, c'est d'avoir de bons maîtres, instruits et zélés. Il appartient à l'Administration de les attirer, de les former, de les encourager.

» Les méthodes doivent se proposer un double but : *faire voir* et *faire comprendre* la géographie, la rendre sensible et intelligible.

» On fait voir la géographie à l'aide de cartes, de plans, de reliefs, d'images. Chaque lieu géographique a une forme déterminée et se trouve dans un certain rapport de position avec d'autres lieux ; il faut avoir vu et vu souvent cette forme et ce rapport pour en conserver une impression qui soit nette et dont le souvenir soit facile à évoquer lorsqu'on en a besoin. Je n'insiste pas sur cette partie de la méthode au sujet de laquelle tout le monde est d'accord. Cependant, beaucoup de maîtres sont loin de la pratiquer aussi régulièrement et aussi scrupuleusement qu'ils le devraient. L'Académie des Sciences, qui possède dans son sein la Section de Géographie, rendrait assurément à cet enseignement un grand service en usant de sa haute influence pour stimuler les cartographes français et pour propager l'habitude des cartes bien faites. Nous avons les cartes de la Marine et les cartes de la Guerre qui sont de très-beaux travaux, quels que soient les reproches, souvent fort exagérés, qu'on ait adressés depuis quelque temps à ces dernières, et le Ministre de la Guerre, en particulier, a bien

mérité des Écoles en entreprenant tout récemment de tirer sur report les environs des grandes villes à $\frac{1}{80000}$, et de les livrer au commerce au prix de 50 centimes la feuille. Il est beaucoup moins difficile d'apprendre à connaître les signes d'une carte d'état-major que les lettres d'un livre dont l'assemblage forme les sons et les mots, et il est bon que beaucoup de Français soient exercés à cette lecture. Mais ces cartes sont à grande échelle. Des cartes à petite échelle, c'est-à-dire des cartes géographiques proprement dites, nous en avons peu qui soient bonnes, et c'est de ce côté qu'il importe surtout de mettre notre matériel d'enseignement au niveau de celui de certains autres peuples.

» On fait comprendre la géographie en montrant la relation des faits géographiques entre eux. Chacun de ces faits a sa physionomie propre : c'est pourquoi il convient de les décrire, ou du moins de décrire les faits assez importants pour fixer l'attention. Aucun de ces faits n'est isolé ; il tient à d'autres faits par des rapports de cause et d'effet : c'est cette chaîne qu'il faut faire voir. Par la description, l'étude de la géographie évite le grave inconvénient de n'être qu'une nomenclature rebutante pour la mémoire ; par l'enchaînement, elle a le même privilége ; elle a de plus l'avantage de mieux fixer le souvenir des faits en les liant en quelque sorte les uns aux autres, d'élever l'enseignement de la simple connaissance des phénomènes jusqu'à l'intelligence des lois qui les gouvernent, et de donner à l'ensemble des études géographiques une certaine unité et un caractère véritablement scientifique.

» Le point de départ de cet ensemble d'études est dans la géographie physique ; celle-ci est le fondement nécessaire, l'assise sans laquelle les autres études ne sauraient avoir aucune solidité, et, par conséquent, elle doit occuper une très-large place dans l'ensemble. Comme, pour s'élever jusqu'à l'intelligence des lois de la nature, elle doit beaucoup emprunter aux diverses sciences qui les étudient et dont les maîtres siégent ici, c'est de l'Académie des Sciences que relève la géographie physique, telle que nous la comprenons après Cuvier, Humboldt, Relte, M. Élie de Beaumont et autres.

» 1° Une des études que le géographe doit faire d'abord est celle des climats. On ne connaît pas un pays quand on ne sait pas s'il y fait froid ou chaud, s'il est sec ou humide, comment les saisons y sont distribuées, quels vents y dominent, et l'on ne peut bien comprendre la raison de ces phénomènes météorologiques eux-mêmes que lorsqu'on sait quelle est l'altitude des lieux, leur proximité de l'Océan, leur orientation, le régime de leurs

eaux, etc. La météorologie, qui est la première des sciences de la nature à laquelle la géographie ait à faire appel, fournit ainsi elle-même la preuve de l'étroite dépendance dans laquelle sont à l'égard les uns des autres les principaux phénomènes de la physique terrestre; en étudiant la complexité et la diversité que la forme des continents introduit dans les lois des climats, on comprend la lenteur des progrès de cette science encore récente; on comprend aussi la nécessité de multiplier les observations et de ne jamais les séparer, quand on veut établir une comparaison entre deux lieux, des données générales de la géographie.

» 2° De l'atmosphère, le géographe descend sur la terre, et, pour en comprendre la conformation, il doit s'adresser à la Géologie. Celle-ci le fait assister en quelque sorte au modelé du sol, lui montre la direction des chaînes, la raison d'être des massifs, des plateaux, des vallées d'érosion, des plaines stratifiées, la nature des terrains perméables ou imperméables, propres ou impropres à tel genre de végétation, et elle prépare à l'intelligence du relief du sol, de l'agriculture et de l'industrie extractive.

» 3° Le géographe aborde en effet beaucoup plus facilement ensuite l'étude du relief du sol. Il se garde bien, comme on le fait presque toujours dans l'enseignement, de borner cette étude à une simple énumération des chaînes de montagnes et des lignes de partage des bassins, parce que cette manière de faire non-seulement est aride, mais laisse dans l'esprit des élèves une impression complétement fausse; car ceux-ci sont induits par cette méthode vicieuse à s'imaginer que les continents sont des surfaces à peu près planes, divisées en bassins fluviaux que séparent comme autant de murs mitoyens les lignes de partage, et la plupart de nos cartes, cartes d'atlas et cartes murales, traçant une sorte de chenille entre chaque grand fleuve, même à travers la Russie, contribuent à les entretenir dans cette erreur. Le géographe doit donc décrire les chaînes, rendre sensibles, autant que possible, leurs formes principales, leurs grandes ramifications, leur épaisseur et leur altitude; il doit descendre de là sur des plateaux voisins, quand il y a des plateaux, en mesurer l'étendue, en montrer les pentes, faire voir comment, dans beaucoup de cas, les chaînes ne sont que les talus rugueux de ces plateaux, et ont par conséquent un de leurs versants beaucoup plus prononcé que l'autre; des plateaux il doit descendre dans les plaines, les décrire encore, s'attachant à suivre le sol dans ses grandes ondulations et à en bien faire saisir l'aspect général. Il n'importe pas moins assurément de connaître la grande plaine de la mer du Nord et de la mer Baltique que les monts Faucilles, le double plateau des Castilles, que la sierra Nevada.

Un maître qui se contente d'énumérer les chaînes de l'Asie est incapable de donner à ses élèves la moindre idée de la configuration de cette partie du monde; il est indispensable qu'il fasse saillir en quelque sorte au centre la masse énorme du plateau Central, avec ses terrasses et ses longues nervures, qu'il place au pied de ce plateau la vaste plaine de la Sibérie, les fertiles plaines de la Chine, la chaude vallée du Gange, qu'il dispose au sud et à l'ouest du grand plateau la série des plateaux secondaires, avec leur surface souvent aride, leurs talus généralement fertiles, les plaines basses, désertes ou cultivées qu'ils séparent, les massifs montagneux qui les réunissent, s'il veut que les élèves conservent dans leur souvenir une image exacte de cette orographie toute particulière. La description peut être détaillée et pittoresque, si le maître a le loisir de la faire telle; elle peut n'être que très-sommaire, mais, dans aucun enseignement, elle ne saurait, sous prétexte d'abréviation, être remplacée par la simple énumération des chaînes.

» 4° L'eau descend les pentes en contournant les obstacles. Qui connaît bien le système général du relief et les pentes d'une contrée peut tracer d'avance le cours des rivières et marquer dans la vallée centrale la place où sera le lit du fleuve. Mais l'abondance plus ou moins grande des sources dépend du climat plus ou moins pluvieux, de la nature plus ou moins perméable des terrains : l'orographie, la météorologie, la géologie expliquent l'hydrographie comme la cause explique l'effet. Le géographe s'appliquera à rattacher ces effets à leurs causes, en suivant les cours d'eau dans leurs principaux détours et en mesurant leur vitesse.

» Il a les mêmes obligations quand il traite de l'hydrographie marine. Il ne doit pas seulement dire les noms des diverses parties de l'Océan, mais montrer en quelque sorte la vie de l'Océan avec ses marées, calmes et modérées quand l'espace s'ouvre librement devant elles, gonflées et quelquefois furieuses quand leurs vagues s'engagent entre des rivages étroits, avec ses grands courants équatoriaux et ses courants dérivés.

» 5° La terre une fois décrite, le géographe la peuplera des végétaux et des animaux caractéristiques de chaque région, de façon que la géographie soit bien, comme le dit son nom, une « description de la terre ».

» Il prendra, selon qu'il le jugera à propos, ces diverses études l'une après l'autre, ou il les combinera dans un tableau d'ensemble. Ce qui importe, c'est qu'il leur fasse une place, et que la géographie ainsi enseignée devienne une peinture animée de la nature et une connaissance raisonnée de phénomènes enchaînés les uns aux autres et subordonnés à des lois.

» Toutes ces études sont le domaine de diverses sections de l'Académie des Sciences; la géographie physique tout entière, trop négligée jusqu'ici dans nos établissements d'instruction et dont il vous appartient de promouvoir l'étude, relève donc, comme je le disais, directement de vous, Messieurs, comme la géographie mathématique, qui est cultivée avec succès par d'illustres savants, mais qui n'a peut-être pas non plus une place suffisante dans l'enseignement.

» 6° Après la description de la terre, il convient de parler de l'homme qui habite cette terre; quand le théâtre est préparé, il est temps d'y introduire l'acteur. Ici la géographie entre sur les domaines des sciences morales et politiques : elle interroge l'histoire et la politique; j'abrége. Il y a cependant une science naturelle sur laquelle elle doit encore s'appuyer : c'est l'ethnographie, qui éclaire et précède l'histoire dans la connaissance des premiers âges de l'humanité. Il importe que la géographie dise les races humaines, leurs migrations, leurs mélanges, et fasse voir quelle influence la forme et la nature du sol ont exercée sur la distribution des grandes familles humaines; il importe également qu'elle dise les révolutions principales des empires et qu'elle montre leur rapport avec la configuration du sol et avec la race.

» 7° Quand la nature et l'homme ont été placés ainsi en présence, il est temps d'étudier les œuvres que celui-ci accomplit à l'aide des forces et des matériaux que celle-là fournit. C'est la géographie économique, la partie de la géographie la moins explorée, non-seulement en France, mais à l'étranger; ce n'est pourtant pas la moins intéressante ni la moins féconde en résultats.

» Elle comprend elle-même, comme la géographie physique, plusieurs études distinctes, que le géographe peut séparer ou combiner de diverses manières : l'étude de l'agriculture, dont les productions, étroitement subordonnées aux conditions climatériques et géologiques, donnent à chaque contrée un aspect géographique particulier; l'étude des industries extractives, qui sont une dépendance directe de la géologie et qui donnent aussi à certains pays leur physionomie particulière, en créant la richesse et en attirant une population nombreuse; l'étude des industries manufacturières qui, lorsqu'elles obéissent à l'attraction naturelle et qu'elles se placent près des lieux de production de leurs matières premières, ont leur raison d'être dans les mines, dans les productions agricoles et, par suite, dans la géographie physique, et qui, d'autre part, se rattachent plus intimement à la géographie politique, lorsque, obéissant à l'attraction sociale, elles se placent au

milieu de leur clientèle; l'étude du commerce, avec ses voies de communication très-étroitement liées à l'hydrographie, lorsqu'il s'agit de navigation et de canaux, aux vallées et au nivellement opéré par les cours d'eau, les premiers ingénieurs du monde, lorsqu'il s'agit de routes et surtout de chemins de fer, avec ses marchés, ses ports, son commerce qui est presque toujours proportionnel à la richesse agricole et industrielle.

» Après avoir parcouru la suite de ces études, depuis les mouvements de l'atmosphère jusqu'aux œuvres commerciales de l'homme, il est presque toujours facile de saisir les causes de l'état physique et même, jusqu'à un certain point, de l'état moral des populations, de leur densité, de leur accroissement, de leur bien-être. C'est la conclusion dernière de la géographie, qui, par un enchaînement de notions ayant leur point de départ dans les phénomènes de la nature, s'élève jusqu'à l'intelligence d'une civilisation.

» Dans l'étude de l'agriculture, de l'industrie, du commerce et de la population, la géographie s'appuie souvent non-seulement sur l'économie rurale et sur les applications de la science, mais sur les données de la statistique, qui est du domaine de l'Académie des Sciences morales et politiques. Il est bon de faire passer les résultats importants de la statistique dans le courant des connaissances vulgaires de la nation; il faut toutefois en user avec sobriété et discernement, parce que la plupart du temps ces résultats ont besoin d'un contrôle sévère.

» Nous ne faisons que marquer, sans aucun développement, la matière et l'ordre des divers points de vue auxquels doit se placer successivement le géographe dans l'étude d'une contrée : une simple indication suffit pour faire comprendre l'esprit de la méthode. Aucun de ces points de vue, considéré en lui-même, n'est nouveau.

» Ce que nous recommandons, sinon comme absolument nouveau, du moins comme peu pratiqué jusqu'ici, c'est la méthode consistant à les grouper et à les comparer, afin de donner à la science géographique plus d'unité et à l'enseignement de la géographie plus de variété, plus d'attrait, plus de puissance de pénétration dans les jeunes intelligences.

» Pour développer ces études, l'Académie des Sciences a une autorité très-grande : la géographie physique est tout entière dans ses domaines, la géographie politique lui fait quelques emprunts, et la géographie économique s'appuie presque constamment sur les sciences qu'elle cultive. »

## RAPPORTS.

ÉCONOMIE AGRICOLE. — *Rapport sur un procédé de conservation des grains par le vide, présenté par M.* Louvel, *dans la séance du* 30 *janvier* 1871.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Peligot, Bussy rapporteur.)

« Dans les circonstances les plus habituelles, et lorsqu'il s'agit simplement de conserver chez le cultivateur la récolte de l'année jusqu'au moment de l'employer ou de la porter au marché, le blé est réuni dans des greniers bien aérés, étalé sur le plancher en couche qui ne doit pas excéder une certaine épaisseur, afin d'éviter qu'il ne s'échauffe.

» Ainsi disposé, il reste soumis à plusieurs causes de destruction. Il est difficile de le défendre contre l'attaque des petits rongeurs si multipliés autour des fermes. Mais un ennemi bien plus redoutable que les souris et dont il est bien plus difficile de le garantir, c'est le charançon, *Calandra granaria* des entomologistes, qui exerce ses ravages particulièrement dans la saison chaude, tant que la température n'est pas inférieure à 12 degrés environ.

» Le moyen de limiter les pertes qu'il occasionne consiste à pelleter le blé, c'est-à-dire à le faire passer à la pelle d'une place à une autre. Toutefois, cette opération ne détruit pas le charançon ; elle l'éloigne momentanément, elle interrompt son travail de destruction, mais pour un temps très-court : il ne tarde pas à le reprendre, ce qui exige des pelletages fréquemment répétés, et très-onéreux par conséquent, lorsqu'on opère sur de grandes quantités et que la conservation doit se prolonger longtemps.

» Malgré ces soins, le blé éprouve encore des déchets considérables ; on n'évalue pas à moins de 13 pour 100, en moyenne, les pertes de toute nature qui se produisent sur la récolte d'une année.

» En présence d'un aussi grand déficit, il n'y a pas lieu de s'étonner des efforts faits de tout temps pour la conservation des grains, en vue de prévenir les crises alimentaires.

» Il ne suffit pas en effet, pour assurer la subsistance d'une population, de prélever sur une récolte abondante la portion qui devra suppléer à l'insuffisance d'une récolte à venir : il faut encore que cette réserve puisse se conserver et qu'on soit certain de retrouver le blé, au moment d'en faire usage, avec toutes ses propriétés nutritives et végétatives.

» Nous ne pourrions mentionner ici tous les procédés proposés pour la

conservation des grains, mais il ne sera pas sans intérêt de rappeler celui de tous qui a été le plus anciennement en usage, le seul qui soit resté dans la pratique lorsqu'il s'agit d'une conservation de longue durée : nous voulons parler de l'ensilage.

» L'ensilage, encore usité de nos jours en Algérie, consiste à emmagasiner le blé sous terre dans des fosses ou silos.

» Ce procédé, si simple en apparence, si primitif, exige cependant certaines conditions naturelles et certaines précautions qu'il n'est pas toujours possible de réaliser.

» Et, d'abord, il faut que le blé soit bien mûr et parfaitement sec; cette dernière condition peut s'obtenir par une insolation suffisamment prolongée, ou par une dessiccation artificielle lorsque le climat ne permet pas d'utiliser la chaleur du soleil : c'est ce qui explique pourquoi ce mode de conservation est plus particulièrement resté en usage dans les pays méridionaux.

» Il faut, en outre, et par la même raison, que la terre dans laquelle est creusé le silo soit sèche et parfaitement exempte de toute infiltration qui pourrait y introduire de l'humidité.

» Lorsque le terrain dont on dispose n'offre pas ces conditions, on peut y suppléer par des revêtements en maçonnerie, ou même par une enveloppe métallique, comme l'a proposé un savant bien connu de l'Académie, feu M. Doyère, qui a fait une étude approfondie de ce système de conservation.

» Ainsi placé à l'abri de l'humidité, dans une obscurité absolue, dans une atmosphère extrêmement réduite qui ne peut pas se renouveler, soustrait, autant que possible, aux variations de la température extérieure, le blé pourrait se conserver sur place de longues années.

» Néanmoins, malgré les travaux de Doyère, qui ont mis en lumière les conditions à remplir pour réussir avec ce procédé, il ne paraît pas s'être étendu au delà des pays dans lesquels il était employé jusqu'ici.

» Le procédé de M. le Dr Louvel repose sur d'autres données. On sait, depuis les travaux d'Appert et les belles recherches de notre confrère M. Pasteur, que les substances les plus facilement altérables peuvent être soustraites à la putréfaction lorsqu'on parvient à les maintenir à l'abri du contact de l'air; mais ce principe était-il applicable aux masses considérables que suppose la conservation des grains en grand ? Était-il praticable industriellement, à des conditions acceptables par le commerce ? Tel est le problème que s'est proposé M. le Dr Louvel.

» Son appareil, très-simple, consiste en un vase cylindrique en tôle clouée,

terminé par deux calottes sphériques. Cette espèce de grenier mobile est placé verticalement sur des supports à une hauteur convenable pour que le chargement du grain et son extraction puissent s'opérer avec facilité.

» La calotte supérieure est percée de trois ouvertures, qui sont : 1° un trou d'homme par lequel on introduit le blé; cette ouverture est fermée par un tampon mobile posé sur une rondelle de caoutchouc et assujetti par des boulons, de manière à assurer une fermeture hermétique très-solide.

» La deuxième ouverture porte un robinet de prise d'air auquel on adapte un tuyau lorsqu'on veut faire le vide. Sur la troisième est fixé un petit manomètre, de Bourdon, pour accuser la pression intérieure.

» La calotte inférieure n'a qu'une seule ouverture qui donne issue au grain; elle est agencée de manière que le grain tombe immédiatement, sans aucune main-d'œuvre, dans le sac qui doit le recevoir.

» Elle est fermée par un tampon intérieur fortement assujetti, sur le rebord de l'ouverture, au moyen d'une vis de rappel qui se manœuvre de l'extérieur.

» La capacité de l'appareil est de 10 mètres cubes; il peut contenir, par conséquent, 100 hectolitres de blé.

» Le vide se pratique dans cette grande capacité au moyen d'une pompe, qui peut fonctionner à bras d'homme ou par la vapeur.

» Il n'est pas inutile, au point de vue du travail à exécuter, de remarquer que le vide à opérer ne porte jamais que sur la différence qui existe entre la capacité du vase et le volume du blé qu'il contient. D'une autre part, le vide n'a pas besoin, dans la pratique, d'être poussé très-loin : il suffit qu'il soit porté, à l'origine, à 10 ou 12 centimètres de mercure pour assurer la mort des insectes; l'appareil peut ensuite revenir sans inconvénient à une pression plus forte.

» M. Louvel estime à 750 francs le prix marchand du grenier de 100 hectolitres, et à 800 francs celui de la pompe, ce qui, avec les accessoires, tuyaux, manomètre, porterait le prix total de l'appareil à 1650 francs.

» Une seule pompe pouvant servir à faire le vide dans un grand nombre de réservoirs, le prix de cet instrument devra être réparti, par portion, sur chacun des appareils utilisés.

» On peut, sur ces données, établir le prix de revient de la conservation d'une quantité connue de blé. Les éléments de ce calcul, en ce qui concerne l'appareil lui-même, se réduisent aux chiffres que nous venons d'indiquer, qui peuvent être facilement vérifiés et probablement modifiés, dans une

certaine limite, par la pratique. Mais le problème économique de la réserve des grains se complique de bien d'autres éléments. Le nombre relatif des bonnes et des mauvaises récoltes dans la localité, la valeur du blé, qui en est la conséquence, les facilités plus ou moins grandes des communications, sont des données essentiellement variables pour chaque contrée, et d'une importance considérable dans la question économique.

» Sans nous y arrêter davantage, nous nous bornerons à faire remarquer que la valeur intrinsèque du procédé, sa réalisation industrielle, sont tout à fait indépendantes du bénéfice qu'on peut retirer de son application à une époque ou dans un pays donnés. Il y a d'ailleurs des circonstances dans lesquelles la conservation s'impose forcément, indépendamment de toute considération pécuniaire, soit par des événements militaires, soit par l'interruption des communications commerciales avec les pays producteurs de grains, soit par beaucoup d'autres causes faciles à imaginer; il n'est pas indifférent alors d'être fixé sur la valeur du moyen qu'on doit employer.

» Les avantages que M. Louvel attribue au sien sont de mettre le blé à l'abri de toute altération spontanée. Le blé même qui, en raison d'un léger excès d'humidité, aurait de la tendance à s'échauffer dans les conditions ordinaires, se rétablit promptement dans le vide par l'évaporation de l'excès d'eau qu'il renferme.

» Le blé enfermé dans le vide est garanti en outre de toute cause d'altération provenant de l'extérieur, des influences atmosphériques, de l'attaque des insectes, des déchets de toute nature auxquels il est exposé dans les greniers. M. Louvel a pu constater sur des essais en petit, vérifiés plus tard par l'expérience en grand, que le charançon non-seulement ne se multiplie pas dans ses appareils, mais qu'il n'exerce aucun ravage sur le grain, qu'il y meurt et se dessèche au bout de peu de jours.

» Le vide une fois opéré, l'appareil n'exige plus aucun travail, aucune surveillance, si ce n'est de vérifier par l'inspection du manomètre si le vide se maintient à un degré convenable.

» La farine, le biscuit de mer, les légumes secs peuvent être conservés dans le même appareil; il en serait de même, probablement, pour beaucoup d'autres denrées alimentaires.

» M. Louvel fournit, à l'appui des assertions qui précèdent, les résultats d'une expérience faite à la ferme expérimentale de Vincennes, avec toutes les garanties désirables, par les hommes les plus compétents et les plus dignes de confiance. Il suffira de dire que la commission qui a suivi

ces expériences était présidée par notre illustre confrère M. le maréchal Vaillant, et qu'elle comptait un autre de nos confrères, M. Boussingault, parmi les six personnes qui la composaient.

» Voici le résumé de cette expérience : trois appareils de 50 hectolitres chacun ont été mis en expérience le 15 juillet 1867; ils renfermaient : le premier, du blé de belle qualité, auquel on avait ajouté 20 litres environ de charançons parfaitement vivants.

» Le deuxième contenait un tonneau de biscuit de marine, avarié, à demi-détruit par les insectes, et dans lequel on avait reconnu la présence de larves et de charançons vivants.

» Dans le troisième, on avait introduit dix sacs de farines, de 101 kilogrammes, dites du *type de Paris*.

» Le vide fait dans les trois appareils à $0^m,10$ de mercure, ils ont été abandonnés, dans un lieu découvert, aux intempéries de l'air, au soleil, à la pluie, à la gelée, et n'ont été ouverts que le 24 janvier 1868, plus de six mois après la mise en expérience. Les manomètres avaient un peu baissé, la pression était, à l'intérieur, de $0^m,40$; cette différence a été attribuée par les expérimentateurs à la vaporisation d'une portion de l'eau favorisée par la dilatation de l'air.

» Le blé n'avait éprouvé aucune altération; il était très-sec, il avait conservé intacte la faculté de germer; il a pu être vendu au cours des qualités de choix. Les charançons étaient tous morts, desséchés, friables.

» Le biscuit avait conservé l'apparence qu'il avait au commencement de l'expérience, mais les insectes étaient complétement détruits et desséchés; enfin les farines étaient parfaitement conservées.

» En présence de ces résultats, la Commission est d'avis que le procédé de *conservation des grains dans le vide*, présenté par M. le docteur Louvel, atteint le but qu'il s'est proposé, que ce procédé est applicable industriellement, qu'il serait particulièrement utile pour le transport des farines, si facilement altérables et qu'il maintient dans un parfait état de conservation.

» Ce procédé paraît même pouvoir s'appliquer à des grains qui n'auraient pas le degré de siccité indispensable pour leur conservation dans les silos ordinaires.

» Sous ces différents rapports, la Commission considère le procédé de M. le docteur Louvel comme pouvant être employé avec avantage pour assurer la conservation des grands approvisionnements.

» Elle propose à l'Académie de donner son approbation aux efforts persévérants de l'auteur pour atteindre ce résultat important. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

L'Académie décide, en outre, sur la proposition de la Commission, que les résultats obtenus par M. *Louvel* seront soumis à l'examen de la Commission chargée d'examiner le concours pour les prix des Arts insalubres.

HYDRODYNAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Kleitz *intitulé : « Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement, et application à l'hydrodynamique. »*

(Commissaires : MM. Delaunay, Bertrand, de Saint-Venant rapporteur.)

« **1.** M. Kleitz, auteur de divers articles sur les constructions insérés aux *Annales* du corps des Ponts et Chaussées, dont il est un des inspecteurs généraux de première classe, ainsi que de plusieurs écrits sur l'aménagement des grandes eaux du Rhône, et qui avait déjà, en 1853 et 1854, soumis à l'Académie un Mémoire *Sur les principes généraux de l'hydraulique* (*), a présenté, le 10 décembre 1866, le Mémoire plus étendu, daté du 30 mai, dont nous avons à rendre compte, et qu'il a modifié récemment en plusieurs de ses parties (**).

» Le but principal de ce grand travail était d'établir des équations générales nouvelles du mouvement des liquides, eu égard à leurs frottements intérieurs, ainsi qu'aux inégalités de pression en divers sens qui en sont la conséquence, et, ensuite, de rechercher des systèmes de coordonnées courbes dont l'emploi permette d'intégrer approximativement ces équations dans un certain nombre de cas. L'auteur se propose plus spécialement de calculer approximativement les circonstances du mouvement *permanent* non uniforme qui s'établit dans les canaux découverts et les rivières.

» **2.** Navier, comme on sait, en 1822, puis Cauchy et Poisson, en 1828, ont donné des équations différentielles générales du genre de celles que recherche l'auteur.

» Elles s'appliquent d'une manière tout à fait satisfaisante aux mouvements extrêmement lents des liquides et, aussi, à des mouvements même

(*) *Comptes rendus*, 18 juillet, t. XXXVII, p. 85, et 2 janvier, t. XXXVIII, p. 15; renvoyé alors à MM. Poncelet, Piobert, Lamé, puis retiré par l'auteur.

(**) Un extrait se trouve au *Compte rendu*, t. LXIII, p. 988.

d'une certaine rapidité, lorsqu'ils sont très-réguliers et à variations bien continues, comme le prouvent divers faits, notamment ceux des expériences d'écoulement dans les tubes capillaires, de feu Poiseuille, qui ont été opérées avec des vitesses très-variées.

» Mais, ainsi que Navier déjà le reconnaissait, les mêmes formules ne peuvent satisfaire aux faits des cours d'eau ordinaires, à moins, comme on l'a remarqué depuis lui, que l'on n'y fasse varier, même avec les dimensions et la forme des sections transversales (*), un certain coefficient auquel l'analyse de Navier et de Poisson, applicable aux seuls mouvements réguliers, attribue une valeur constante pour chaque fluide.

» En appelant $\varepsilon$ ce *coefficient du frottement intérieur* du liquide, les formules rappelées peuvent être exprimées ainsi, $u$, $v$, $w$ désignant les composantes de la vitesse d'une molécule du fluide dans les directions de ses coordonnées rectangles $x$, $y$, $z$; $p_{xx}$, $p_{yy}$, $p_{zz}$, $p_{yz}$, $p_{zx}$, $p_{xy}$ représentant, suivant une notation de Coriolis, les six composantes, tant normales que tangentielles ($-N_1$, $-N_2$, $-N_3$, $-T_1$, $-T_2$, $-T_3$ de Lamé), des pressions exercées à l'intérieur du fluide à travers l'unité superficielle de trois petites faces dont les normales ont les directions des premiers indices, les seconds indices désignant les sens de décomposition :

$$(1). \begin{cases} p_{xx} = p - 2\varepsilon\frac{du}{dx}, & p_{yy} = p - 2\varepsilon\frac{dv}{dy}, \quad p_{zz} = p - 2\varepsilon\frac{du}{dz}, \\ p_{yz} = -\varepsilon\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right), & p_{zx} = -\varepsilon\left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right), \quad p_{xy} = -\varepsilon\left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\right), \\ \text{ou} & p = \frac{1}{3}(p_{xx} + p_{yy} + p_{zz}). \end{cases}$$

» Nous donnons le signe — dans les seconds nombres, aux termes affectés des dérivés de $u$, $v$, $w$, afin que les premiers membres soient bien des *pressions*, et non des *tensions* ou *tractions*, comme dans les formules analogues relatives aux solides élastiques.

» 3. Ces formules (1) conviennent, disons-nous, aux cours d'eau ordinaires, *en y supposant* $\varepsilon$ *variable* d'un point à l'autre de la masse fluide en mouvement; car, sans faire sur la loi des actions moléculaires l'hypothèse de Navier qui conduit à $\varepsilon$ constant, on n'a qu'à supposer simplement que,

(*) *Formules et Tables nouvelles des eaux courantes*, aux *Annales des Mines*, 1851, t. XX, p. 229, n° 14. Darcy, qui cite ce passage (*Recherches sur le mouvement dans les tuyaux*, ch. V, p. 241), est aussi d'avis d'augmenter le coefficient du frottement intérieur avec les dimensions des sections.

sur toute face intérieure, la direction dans laquelle la vitesse du glissement est nulle est aussi la direction suivant laquelle le frottement est nul, ce à quoi l'on ne peut se refuser, vu la nature des fluides; on démontre immédiatement, comme l'un de nous l'a fait en 1843 (*), les six formules (1), avec $\varepsilon$ constant *seulement pour chaque point*, et pouvant varier d'un point à l'autre.

» Or cette démonstration des formules ne s'applique pas seulement aux mouvements tout à fait réguliers et continus des fluides, tels que les supposaient Navier et Poisson : elle convient même aux mouvements ordinaires des eaux courantes, d'apparence tumultueuse et désordonnée, qui sont affectés de tourbillonnements irrégulièrement périodiques. En effet, habituellement, un ordre non douteux s'établit au sein de cet apparent désordre, et il y a, d'un point à l'autre, une continuité réelle dans la variation de grandeur et de direction de ces vitesses, qu'on peut appeler *moyennes locales*, seules importantes à considérer, en vertu desquelles s'opère la *translation* des éléments finis du fluide, et qui sont celles que mesurent les flotteurs et autres instruments hydrométriques. Et l'on conçoit très-bien que les directions où ces vitesses de translation ne produisent aucun glissement des couches les unes devant les autres doivent être aussi, tout au moins en moyenne de plusieurs instants, celles où il n'y a pas non plus de frottement ou de résistance au glissement; et la démonstration citée subsiste, c'est-à-dire peut encore être donnée pour établir les relations ou les formules (1) entre les vitesses moyennes dont on parle, représentées par $u$, $v$, $w$ comme étaient les vitesses réelles des mouvements réguliers, et les forces intérieures $p_{xx},\ldots$, aussi *moyennes locales* ou relatives aux petites faces de dimension finie pour chaque endroit.

» 4. M. Kleitz admet aussi que les formules (1) avec $\varepsilon$ variable doivent être regardées comme incontestablement vraies pour toute masse fluide en mouvement. Afin d'assurer, en le démontrant de plusieurs manières, ce fondement de ses recherches, et, aussi, afin d'établir, soit entre les diverses vitesses relatives, soit entre les diverses composantes de pression, des relations simples et qui lui serviront à d'autres usages, il se livre à une suite de calculs analytiques et de raisonnements géométriques très-justes, qui lui fournissent même quelques théorèmes nouveaux et remarquables.

» Il montre d'abord, par des raisons de symétrie, qu'en chaque endroit

---

(*) *Note sur la dynamique des fluides* (*Comptes rendus*, 27 novembre, t. XVII, p. 1240-1243).

l'ellipsoïde de Lamé, dont les rayons vecteurs donnent en grandeur et direction les pressions sur les diverses faces, déduction faite de cette partie, moyenne entre toutes, que nous avons appelée $p$, doit avoir en direction les mêmes axes que l'ellipsoïde de Cauchy, dont les rayons sont l'unité plus les proportions des dilatations, à remplacer, pour les fluides, par les vitesses d'extension en tous les sens. Puis il fait, sur les relations mutuelles de ces deux sortes de grandeur, une supposition plus large que celle que Cauchy avait faite au même sujet; car il suppose que les trois pressions dites *principales* (toujours moins le tiers $p$ de leur somme) ont pour intensités les vitesses d'extension de même sens, multipliées par trois coefficients d'abord indéterminés, qu'il démontre ensuite ne pouvoir être qu'égaux. Ainsi se trouvent prouvées les trois premières formules (1) dont il montre qu'on peut déduire analytiquement les trois autres.

» Il en a donné récemment une autre démonstration qu'il base sur ce que ce qui reste des composantes normales de pression, quand on en a retranché toujours cette partie $p$ indépendante de ce qui cause leur inégalité en divers sens, doit changer de signe en même temps que les vitesses d'extension $\frac{du}{dx}$ de même direction. Il en déduit que le cône des *pressions tangentielles*, ou cône asymptote des deux hyperboloïdes directeurs conjugués de Lamé (*), dont les plans tangents sont parallèles à ceux où s'exercent les forces, cône dont les éléments marquent le passage des faces à pressions normales positives aux faces à pressions normales négatives, ou sur lequel les pressions n'ont pas de composantes normales, coïncide nécessairement (comme dans les corps élastiques isotropes) avec le cône dit de *glissement*, ou normalement auquel il n'y a pas de vitesses d'extension ou de contraction au point du liquide où est son sommet. Or cette coïncidence, eu égard aux équations des deux cônes, entraîne la proportionnalité des $p_{xx} - p, \ldots$, aux $\frac{du}{dx}, \ldots$, ou les trois premières expressions (1), dont il est facile de voir que les trois dernières se déduisent.

» D'après ces démonstrations, qui viennent s'ajouter à celles de 1843, on peut, continue-t-il, regarder les formules (1) comme acquises à l'hydrodynamique des cours d'eau qui ne sont pas par trop tumultueux, ou dans lesquels les vitesses moyennes locales, relatives à chaque élément très-petit de volume et à chaque période très-courte de temps, varient avec régularité et continuité.

---

(*) *Leçons sur l'Elasticité*, 1852, § 23.

» Mais on conçoit que le coefficient variable $\varepsilon$ doive avoir, dans ces formules, des valeurs considérablement plus grandes que la valeur constante résultant des expériences dans lesquelles les mouvements réels ou individuels des molécules sont eux-mêmes continus et réguliers, car le tourbillonnement et les mouvements brusques font glisser les unes sur les autres des portions liquides dont les grandes différences de vitesse mettent en jeu des résistances incomparablement plus intenses.

» 5. Une conséquence que M. Kleitz tire immédiatement des expressions (1) ainsi établies, c'est le rejet absolu des formules telles que

$$f = \varepsilon_m \left(-\frac{du}{d\mathrm{n}}\right)^m, \quad \text{et} \quad f = \varepsilon_1 \left(-\frac{du}{d\mathrm{n}}\right) + \varepsilon_2 \left(-\frac{du}{d\mathrm{n}}\right)^2 + \varepsilon_3 \left(-\frac{du}{d\mathrm{n}}\right)^3 + \cdots,$$

qui ont été proposées par quelques ingénieurs pour exprimer l'intensité du frottement $f$ exercé longitudinalement sur une face d'un filet fluide dont $u$ est la vitesse, $\mathrm{n}$ désignant, en direction, une coordonnée normale au filet et à la face de friction. En effet, en se bornant à considérer le cas du mouvement uniforme, et en supposant le filet et sa normale dirigés suivant les $x$ et les $z$, si l'on admet que l'une et l'autre de ces expressions de $f$ (où $\varepsilon_m, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$ sont des constantes) sont d'accord avec la cinquième formule (1) qui se réduit alors à $p_{zx} = \varepsilon \left(-\frac{du}{dz}\right)$, c'est-à-dire si l'on attribue au coefficient $\varepsilon$ une valeur représentée par une des deux expressions précédentes divisée par $-\frac{du}{d\mathrm{n}} = -\frac{du}{dz}$, on reconnaîtra, en changeant la coordonnée normale $z$ en une autre $z'$ également normale, que le frottement $p_{z'x}$ sur la face fluide à laquelle $z'$ est perpendiculaire serait exprimé par $-\frac{du}{dz'}$ multiplié par un coefficient d'une tout autre grandeur, ce qui est contraire à ce qu'on a vu de la constance nécessaire du coefficient pour toutes les faces élémentaires ayant leur centre au même point (*).

» Mais nous ne suivrons pas M. Kleitz dans les tentatives qu'il a faites pour déterminer, par une analyse délicate, la valeur variable de ce coefficient $\varepsilon$, et nous n'examinerons pas si c'est bien dans la voie où il est entré à cette occasion qu'il faut la chercher.

» 6. Le grand travail de M. Kleitz offre, sur d'autres points moins con-

---

(*) Cette réfutation des expressions citées du frottement fluide a été donnée aussi par M. Levy (Rapport du 8 mars 1869, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 585).

testables, des choses dignes d'arrêter quelques instants l'attention de l'Académie.

» Dans la vue de chercher, comme on a déjà dit, des coordonnées curvilignes pouvant faciliter les intégrations, il étudie analytiquement et avec sagacité les relations diverses des pressions ou de leurs composantes en un même point. Cela le conduit à plusieurs théorèmes curieux. Il donne, du carré de la plus grande composante tangentielle sur une face quelconque, une expression non encore connue, où n'entrent que les trois différences deux à deux des composantes normales principales (*). Puis, après avoir, par une discussion exacte, démontré autrement et plus complétement qu'il n'avait été fait que le plan sur lequel le frottement ou la composante tangentielle a la plus grande valeur en chaque point est bissecteur de ceux où s'exercent la plus grande A et la plus petite C des trois pressions normales principales A, B, C, et que cette valeur est leur demi-différence $\frac{A-C}{2}$, il donne, avec ses conséquences diverses, un théorème remarquable, consistant en ce qu'il y a toujours, sur le plan de A et de C, deux autres droites, appelées par lui *axes d'égale pression normale*, ou *lignes directrices de glissement*, qui sont telles que sur toutes les petites faces passant par l'une ou l'autre de ces droites, les composantes normales de pression *sont toutes égales entre elles* et à la pression principale intermédiaire B, et que leurs composantes tangentielles sont toutes dirigées dans le sens de cette droite, suivant laquelle toutes ces faces se coupent. Ces mêmes droites font avec les directions de A et de C des angles dont les cosinus sont les racines carrées des rapports $\frac{A-B}{A-C}$ et $\frac{B-C}{A-C}$; et la composante tangentielle qui s'exerce, disons-nous, dans leur direction, a pour grandeur $\pm\sqrt{(A-B)(A-C)}$ multiplié par le cosinus de l'angle que fait la face donnée, qui y passe avec celle qui passerait en même temps par l'axe intermédiaire B. Pour que le plus grand de tous les frottements s'exerce suivant une de ces lignes, il faut que B soit demi-somme de A et de C.

» Il vérifie analytiquement, après les avoir trouvées géométriquement,

(*) Cette expression est $x'$ désignant la direction de la normale à cette face oblique, et A, B, C les pressions normales, dont les directions sont prises pour axes de $x, y, z$ :

$$T_{x'}^2 = p_{x'y'}^2 + p_{x'z'}^2 = (B-C)^2\cos^2(y,x')\cos^2(z,x') + (C-A)^2\cos^2(z,x')\cos^2(x,x') + (A-B)^2\cos^2(x,x')\cos^2(y,x').$$

ces propriétés curieuses, qui s'appliqueraient aux solides élastiques en équilibre comme aux fluides en mouvement.

» 7. Appliquant d'abord ces notions statiques, ainsi que les notions analogues et cinématiques sur les vitesses relatives d'extension et de glissement, au mouvement uniforme, dans lequel les molécules, ou plutôt les centres de gravité des éléments fluides, se meuvent dans des directions rectilignes toutes parallèles, avec des vitesses constantes mais inégales, M. Kleitz montre :

» 1° Que ce mouvement offre un cas où la pression normale principale intermédiaire B est demi-somme des deux autres A et C, et, par conséquent, est la moyenne entre les trois;

» 2° Que les trajectoires rectilignes sont toutes des *directrices de glissement ;*

» 3° Qu'ainsi, en un même point, les composantes normales de pression sont toutes égales sur les plans *longitudinaux* ou passant par la trajectoire en ce point;

» 4° Que les composantes tangentielles sur ces plans sont dirigées suivant la même trajectoire;

» 5° Que les plans de plus grand frottement passent aussi par les trajectoires, et sont tangents aux *courbes d'égale vitesse* tracées sur les sections planes transversales, qui sont normales aux trajectoires;

» 6° Que le frottement est nul sur les faces normales à ces courbes d'égale vitesse (*).

» Il montre aussi que, sur chaque section plane, les courbes qui coupent normalement celles d'égale vitesse se croisent toutes en un point ombilical qui est celui de maximum de vitesse sur chaque section. Il peut y avoir plusieurs points de ce genre : il en existe même une infinité quand, par exemple, on a un courant dont la largeur est infinie par rapport à la profondeur.

» Les coordonnées curvilignes à prendre dans le mouvement uniforme sont donc naturellement à compter sur les courbes d'égale vitesse et sur celles de frottement nul, qui les coupent normalement, outre la coordonnée rectiligne à compter parallèlement aux trajectoires.

---

(*) Une partie de ces propriétés a été trouvée aussi et publiée par M. Levy (*Annales des Ponts et Chaussées*, avril 1866, et *Thèse de doctorat*); mais il regardait les courbes d'égale vitesse comme équidistantes, ce qui n'est vrai que dans les tuyaux cylindriques à base circulaire.

» 8. Mais, pour les courants à mouvement non uniforme, même permanent, les choses ne peuvent se faire avec autant de simplicité. Il n'est plus possible, par un point donné quelconque, de mener transversalement ni un plan, ni même, en général, une surface courbe qui coupe normalement toutes les trajectoires fluides.

» Voici comment M. Kleitz y supplée.

» On peut toujours, en un point déterminé O, mener, par la tangente à la trajectoire qui y passe, une infinité de plans. Si l'on appelle OK la droite d'intersection d'un de ces plans, dits *méridiens*, avec le plan normal à la trajectoire de O, il y a une infinité d'autres trajectoires qui passent aux divers points de cette transversale OK; si on les projette toutes sur le plan méridien, on a une suite de courbes, et l'on peut, sur ce même plan, tracer une courbe qui les coupe toutes normalement. L'ensemble de toutes les courbes comme celle-ci, tracées de même sur les divers plans méridiens, forme une surface. Or c'est par cette surface courbe passant au point O, et considérée seulement sur une petite étendue, que M. Kleitz remplace, pour le but proposé, la surface normale aux trajectoires qui, comme nous avons dit, n'existe qu'exceptionnellement.

» Pour étudier les propriétés de la surface ainsi construite, M. Kleitz, à l'instar de ce qu'a fait M. Dupin dans sa belle théorie des courbures, la coupe par un plan mené perpendiculairement à sa normale en O, et passant à une distance infiniment petite du second ordre de ce même point O du fluide. Il en résulte une *indicatrice* de forme ou elliptique ou hyperbolique, dont les rayons vecteurs, infiniment petits du premier ordre, sont proportionnels aux rayons de courbure des diverses lignes courbes qui nous ont donné la surface par leur ensemble.

» Hors le cas particulier où cette surface couperait orthogonalement toutes les trajectoires autour du point O, celles de ces trajectoires qui passent par les divers points de l'indicatrice coupent obliquement son contour. M. Kleitz prouve qu'elles sont toutes déviées du même côté des normales à ce contour, comme s'il y avait eu une torsion, ou comme M. Bonnet a reconnu que les choses se passent à l'égard d'un système de droites.

» Comme autre conséquence de cette recherche, M. Kleitz, prenant des coordonnées

$$s, q, r,$$

suivant la tangente à la trajectoire en un point déterminé O, et suivant deux

normales rectangulaires quelconques, donne les valeurs des dérivées, par rapport à ces coordonnées-là, des cosinus des deux angles, droits au point O, mais aigus ou obtus aux points environnants que font les trajectoires avec les coordonnées transversales $q$, $r$ ainsi définies. Ces dérivées sont les courbures, tant des deux projections de la trajectoire passant en O, sur les plans $sq$ et $sr$, que des courbes tracées, comme on a dit, sur les mêmes plans considérés comme méridiens; et, enfin, ces mêmes courbures multipliées par les petites déviations angulaires dont on vient de parler. Il en déduit des expressions simples des vitesses relatives d'extension et de glissement, et, par suite, des six composantes de pression, en fonction des rayons de ces diverses courbures, et de la vitesse absolue en O ainsi que de ses trois dérivées premières (*).

» Mais, pour une certaine position des deux axes transversaux ces expressions se simplifient.

» Que l'on prenne, en effet, l'un des quatre sommets de l'indicatrice en O pour centre d'une seconde indicatrice obtenue de même, et dont le plan est normal à la trajectoire passant par ce sommet, puis le sommet analogue de cette deuxième indicatrice pour centre d'une troisième, et ainsi de suite; et que l'on fasse de même pour un second sommet (non opposé au premier) de l'indicatrice en O, et par les sommets analogues d'une deuxième série d'indicatrices. L'on obtient, quelle que soit la loi des trajectoires, deux lignes courbes qui, en se coupant à angle droit en O, coupent aussi à angle droit les trajectoires qu'elles rencontrent, et qu'il appelle *directrices* des axes des indicatrices, car ces axes leur sont tous tangents.

» Et si, en un second point O′ de la trajectoire centrale, à une petite distance OO′ du premier, l'on imagine deux courbes obtenues par ce même procédé, elles ne seront pas toujours rencontrées par les trajectoires issues

(*) Ces expressions remarquables sont ainsi écrites par M. Kleitz, $R_s^q$, $R_s^r$ étant les rayons de courbure des deux courbes coupant normalement, comme on a dit, les projections des diverses trajectoires sur les plans $sq$ et $sr$ passant par la tangente à la trajectoire de O, et $R_q^s$, $R^s$ étant les rayons de courbure des projections de cette trajectoire principale sur les deux mêmes plans $sq$, $sr$, puis V la vitesse absolue suivant cette trajectoire, en O; enfin $\eta$ étant l'angle de la droite prise pour axe des coordonnées transversales $q$ avec le grand axe de l'indicatrice :

$$p_{ss} = p - 2\varepsilon \frac{dV}{ds}, \quad p_{qq} = p - 2\varepsilon \frac{V}{R_s^q}, \quad p_{rr} = p - 2\varepsilon \frac{V}{R_s^r},$$

$$p_{qr} = -\varepsilon \left( \frac{V}{R_s^r} - \frac{V}{R_s^q} \right) \operatorname{tang} 2\eta, \quad p_{rs} = -\varepsilon \left( \frac{dV}{dr} + \frac{V}{R^s} \right), \quad p_{sq} = -\varepsilon \left( \frac{dV}{dq} + \frac{V}{R_q^s} \right).$$

des deux courbes parties du point O; les portions de trajectoires allant des unes vers les autres formeront donc de petites bandes ne se prolongeant pas les unes les autres, et composant ainsi des surfaces à redans, mais qui sont remplaçables en moyenne par des surfaces continues dont elles ne s'écartent que de distance infiniment petites du second ordre.

» C'est suivant les tangentes aux deux courbes normales, dont on vient de voir la construction, qu'il faut prendre les coordonnées transversales pour avoir la simplification dont on a parlé.

» Mais il y a une simplification plus grande, si l'un des deux plans rectangulaires, passant par la tangente à la trajectoire et par les deux axes de l'indicatrice, se confond avec le plan sur lequel la vitesse de glissement longitudinal est nulle. Alors la vitesse de glissement maximum, qui a lieu sur l'autre plan, a pour expression la dérivée de la vitesse absolue par rapport à la coordonnée qui lui est normale, comptée à partir de la trajectoire fluide, plus le quotient de cette vitesse par le rayon de courbure de la projection de la trajectoire sur un plan perpendiculaire. Et la somme analogue, pour ce plan, est nulle. M. Kleitz, dans un paragraphe spécial, présente une suite de considérations propres à faire conjecturer qu'il en est toujours ainsi, quand on se contente d'une approximation qui paraît suffire.

» 9. Au chapitre dernier, M. Kleitz étudie le mouvement *permanent* dans un cours d'eau.

» Il recherche d'abord quelles sont les propriétés du mouvement *uniforme* qu'on peut approximativement lui appliquer, en prenant pour sections transversales, ou d'écoulement, des surfaces qui, sans être normales aux trajectoires, peuvent être composées avec une suite de courbes coupant orthogonalement celles-ci et tracées sur les surfaces de glissement.

» Il se contente même, aux paragraphes qui suivent, d'une approximation moindre, ou de l'emploi de sections légèrement obliques à tous les filets, et même de sections planes, en s'occupant, dans un but immédiatement pratique, de l'équation du mouvement d'une portion finie d'un courant d'eau.

» Il pose cette équation, comme ont fait MM. Belanger, Poncelet, Vauthier, Coriolis, par le principe des forces vives, en attribuant d'abord aux pressions normales leur valeur hydrostatique; et il regarde aussi, comme eux, le travail total des frottements tant intérieurs qu'extérieurs comme égal à ce qu'il serait pour même vitesse moyenne si le mouvement était uniforme; ce qui est un point controversé, connexe à l'emploi d'un certain

coefficient de correction ($\alpha$ de Coriolis) sur lequel nous ne nous prononcerons pas ici (1).

» **10.** Mais il remarque très-bien que le frottement intérieur du fluide influe aussi sur la grandeur des composantes normales de pression, puisqu'il ajoute à leur partie $p$, égale en tous sens, les parties telles que $-2\frac{dv}{dx}$ des formules (*). Aussi, il y met *deux termes nouveaux*, l'un pour le travail de ces parties de composantes de pression, en tant qu'elles agissent à l'extérieur, c'est-à-dire sur les deux sections transversales extrêmes de la portion fluide considérée; l'autre pour leur travail total, en tant qu'elles s'exercent à l'intérieur, à travers les facettes des éléments du volume.

» Il remplace approximativement, pour avoir le premier de ces deux nouveaux termes, les diverses vitesses $u$ à travers les sections d'aval et d'amont par leur moyenne U pour chacune des deux; et, en multipliant leurs dérivées $\frac{dU}{ds}$ par rapport à la longueur $s$ du courant, par le double du coefficient $\varepsilon$ correspondant, auquel il suppose qu'on attribue une valeur moyenne pour l'étendue de chacune de ces deux sections extrêmes, il obtient approximativement les parties en question

$$-2\varepsilon\frac{dU}{ds}$$

des pressions normales moyennes correspondantes, en sorte qu'il n'y a qu'à multiplier la différence de ces produits par le débit du courant pour avoir leur travail, ou le premier terme nouveau dont il s'agit.

» Pour le second des deux termes qu'il ajoute à l'équation connue du mouvement permanent, M. Kleitz rappelle que, comme il l'a démontré, le travail moléculaire, sur l'unité de volume d'un élément cubique, dont on peut supposer les arêtes dans la direction des trois pressions normales principales, est égal à la petite durée de l'instant où il s'opère, multipliée par la somme des produits de ces trois pressions et des trois vitesses d'extension de même sens; somme qui revient, d'après les formules (*), au quotient, par $2\varepsilon$, de la somme des carrés des trois mêmes pressions, défalcation étant faite, de chacune, du tiers $p$ de leur somme. Comme la somme des trois mêmes pressions, ainsi réduites, est zéro, et comme quatre des faces de l'élément sont généralement à peu près parallèles au courant, les

(*) On peut voir là-dessus une Note de M. Boussinesq, *Sur le mouvement permanent varié, etc.* (*Comptes rendus*, 3 et 10 juillet 1871, t. LXXIII, p. 34 et 101.)

pressions normales s'exerçant sur les faces latérales sont presque égales : aussi M. Kleitz les remplace, l'une et l'autre, par leur demi-somme qui est égale à la moitié, prise en signe contraire, de la troisième pression. La sommes des trois carrés se trouve ainsi remplacée par une fois et demie le carré de cette dernière, celle qui précisément s'exerce sur la face perpendiculaire au courant, et que M. Kleitz peut évaluer, comme il l'a fait tout à l'heure pour les pressions extrêmes, en prenant la dérivée longitudinale de la vitesse moyenne du courant, multipliée par le coefficient $2\varepsilon$, auquel il attribue sa valeur aussi moyenne.

» De pareilles approximations paraissent suffire pour ces deux nouveaux termes non négligeables, mais dont l'influence est généralement médiocre.

» On voit, au reste, que l'évaluation de l'un comme de l'autre est subordonnée à la connaissance de la valeur, au moins moyenne pour chaque section, du coefficient $\varepsilon$. Ce n'est pas ici le lieu d'examiner si cette valeur, variable d'une section à l'autre, ne peut être déterminée approximativement dans chaque cas sans subordonner sa connaissance à la longue attente et aux expériences nombreuses que M. Kleitz croit nécessaires pour y arriver.

» Nous n'examinerons pas non plus s'il n'y aurait pas d'autres termes à ajouter, par exemple celui qui évaluerait l'effet des forces centrifuges développées par la courbure des trajectoires fluides dans le sens vertical, vu que la partie de $p$ des pressions normales dépend non-seulement de la charge hydrostatique en chaque point, mais encore des inerties.

» 11. Au résumé, et sous le profit des observations ci-dessus, le grand Mémoire de M. Kleitz, sur les *Forces moléculaires dans les liquides*, a un mérite que nous sommes heureux de reconnaître. Dans une matière si épineuse, si peu explorée malgré le grand nombre de recherches dont elle a été l'objet, et pour laquelle les faits constatés ne sont eux-mêmes nombreux qu'en apparence, des questions simplement soulevées et nettement posées ont déjà une valeur très-réelle. On a vu d'ailleurs que M. Kleitz a mis en relief plus explicitement qu'il n'avait encore été fait, le problème principal, et les formules, avec un seul coefficient variable et inconnu, où sa solution devra être cherchée; qu'il est arrivé à plusieurs théorèmes remarquables; qu'il a corroboré des principes non encore reçus généralement; qu'il a perfectionné l'établissement de l'équation du mouvement permanent des cours d'eau, etc.

» Ses recherches, ainsi que l'examen qu'elles provoquent, avancent de toute manière la question, et montrent sur quoi les investigations ultérieures devraient porter.

» Son travail, et la persévérance avec laquelle il l'a poursuivi malgré les difficultés dont le sujet est hérissé, sont dignes d'éloges. Nous proposons à l'Académie de lui en donner le témoignage, et de le remercier de son intéressante Communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Baudon** adresse, par l'entremise de M. Larrey, une Note tendant à réfuter l'opinion émise par M. *Coze*, dans une Communication présentée à l'Académie le 20 novembre 1871, et soutenue par des chirurgiens allemands, sur le morcellement et la fusion des balles.

L'auteur discute la théorie de la transformation du mouvement en chaleur, et conteste qu'il y ait, dans l'organisme humain, des tissus assez résistants pour arrêter subitement des projectiles mus avec une grande vitesse, en provoquant un degré de chaleur capable d'en opérer la fusion partielle.

M. Baudon attribue quelques-uns des effets produits à une cause fortuite et singulière, qui a déjà été signalée à l'attention de l'Académie. Cette cause serait, selon lui, la perforation accidentelle des balles de plomb, par des insectes de l'ordre des Hyménoptères et des Coléoptères. Il rappelle les observations ou les recherches déjà faites à ce sujet, et en signale un nouvel exemple assez remarquable, placé sous ses yeux, représentant une balle du poids de $47^{gr},50$ réduite, par une perforation semblable, au poids de 41 grammes, ce qui constitue une diminution de poids de $6^{gr},50$. Il pense que de telles excavations sont suffisantes pour diminuer d'abord la cohésion des projectiles, et provoquer ensuite leur rupture en plusieurs fragments, par le choc contre des corps durs. De là, l'explication plausible de la diminution du poids des balles; mais il reconnaît que cette explication, encore théorique elle-même, a besoin d'être vérifiée par diverses expériences, que sa position dans l'artillerie le met en mesure d'entreprendre, au double point de vue du morcellement et de la fusion des projectiles.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Phillips, Larrey, Dupuy de Lôme.)

M. **Letellier** soumet au jugement de l'Académie une « Note sur la production économique de la glace et du froid ».

Le procédé imaginé par l'auteur consiste dans la vaporisation de l'éther vinique, au moyen d'un courant d'air qui traversera ensuite une colonne de coke ou de ponce, parcourue par un courant constant d'acide sulfurique. L'éther fixé par l'acide sera remis en liberté par une élévation de température de 135 à 140 degrés. D'après l'auteur, ce procédé doit permettre d'obtenir, par kilogramme de charbon brûlé, non plus 5 kilogrammes de glace, comme dans les appareils actuellement en usage, mais jusqu'à 25 ou 30 kilogrammes.

(Commissaires : MM. Becquerel, Dumas, Jamin.)

M. **Carvallo** adresse un nouveau Mémoire de mécanique rationnelle.

Ce Mémoire contient l'application du principe énoncé dans les précédents, aux surfaces limites d'un corps de forme quelconque et à une section plane arbitraire, idéale ou réelle, faite dans ce corps. L'auteur démontre, en outre, la loi de répartition des forces élastiques dans l'intérieur d'un solide quelconque : cette répartition se fait, dans toutes les molécules et autour de chaque élément de volume, de façon que la variation du premier ordre de l'intégrale triple, qui exprime le travail des forces élastiques dans toute l'étendue du corps, soit nulle.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Crussard** adresse une quatrième Communication, concernant un nouveau mode de propulsion économique dans la navigation à vapeur.

Cette pièce sera transmise, comme les précédentes, à la Commission du prix relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire, pour l'année 1873.

M. **Duchemin** adresse une Note relative à la construction des paratonnerres.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. **Brachet** adresse deux Mémoires relatifs à l'aérostation, et, en particulier, au système de Meunier.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Rabache** adresse un Mémoire relatif à des problèmes restés insolubles jusqu'ici dans les diverses sciences.

(Commissaires : MM. Balard, Delaunay, Jamin.)

M. Lourau adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur un « cercle releveur ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. J. Luet adresse une Communication relative à un remède contre le choléra.

(Renvoi à Commission du legs Bréant.)

M. Netter adresse, à l'appui de ses Communications précédentes, une brochure de M. *Dichiara*, sur l'usage du camphre en poudre, pour la guérison de la gangrène nosocomiale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'art de faire le vin », par M. *J. Ladrey;*

2° Une brochure de M. *P. Sirand*, intitulée « Éducations expérimentales de vers à soie, faites en 1870 et 1871, d'après le procédé Pasteur ».

M. H. Fondet, président du tribunal civil de Chalons-sur-Saône, adresse, comme complément aux documents qu'il a déjà transmis à l'Académie, relativement à l'invention de la photographie, une Copie du traité intervenu entre *Joseph-Nicéphore Niepce* et *Jacques Mandé Daguerre*, en date du 13 mars 1830.

Cette pièce sera transmise à M. Chevreul, et déposée ensuite dans les archives de l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie une brochure de M. *F. Plateau* intitulée « Recherches expérimentales sur la position du centre de gravité chez les insectes », donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« L'instrument dont je me suis servi est, avec des dimensions moindres et quelques modifications nécessitées par la nature même des animaux en expérience, le même qui a servi à Borelli pour la détermination de la position du centre de gravité de l'homme.

» Les principaux résultats auxquels je suis arrivé sont les suivants : Le centre de gravité

des insectes est situé dans le plan vertical médian qui passe par l'axe longitudinal du corps; chez les insectes aquatiques il est plus voisin de la face inférieure que de la face supérieure. Ce point occupe une position à très-peu près identique chez les insectes de même espèce, de même âge et de même sexe dans la même attitude; sa situation varie, au contraire, d'un sexe à l'autre; il est, suivant les espèces, tantôt plus, tantôt moins reculé chez les femelles que chez les mâles. Lors des métamorphoses de la larve en insecte parfait, le centre de gravité avance par rapport aux anneaux du corps : d'abdominal chez la larve, il tend à devenir thoracique; mais il recule, au point de vue de sa situation absolue, par rapport à la longueur totale de l'animal. Pendant la station des insectes parfaits, le centre de gravité est placé à la base de l'abdomen ou dans la partie postérieure du thorax (ordinairement au milieu de la longueur du corps). Pendant la marche, le vol et la natation, ce point oscille de quantités faibles autour d'une position moyenne. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté.* Note de **M. C. Wolf**, présentée par M. Delaunay.

« L'usage de plus en plus fréquent des miroirs en verre argenté dans les instruments astronomiques donne un grand intérêt à la question de savoir quelle proportion de la lumière incidente utilisent ces miroirs, soit à l'état neuf, soit après un assez long emploi. Nous ne possédons à ce sujet, à ma connaissance, que deux nombres donnés par L. Foucault : l'un 0,75, se rapporte à l'argenture obtenue par le procédé Drayton; l'autre, 0,92, communiqué verbalement à plusieurs de ses amis par Foucault, représente la quantité de lumière réfléchie par l'argenture obtenue par le procédé de M. Ad. Martin. La différence de ces deux nombres mesure le progrès accompli par l'introduction de ce dernier procédé, qui l'emporte encore sur l'autre par le prix de revient, la facilité et la sûreté de son emploi.

» J'ai cherché à compléter ces données en mesurant : 1° la quantité de lumière réfléchie par l'argenture neuve sous les diverses incidences; 2° la proportion réfléchie par une argenture déjà ancienne; 3° la perte de lumière qui se produit lorsque le rayon lumineux se réfléchit successivement sur deux miroirs, les plans d'incidence étant parallèles ou rectangulaires.

» M. C. André a bien voulu me prêter son concours pour toutes ces expériences. Les miroirs plans dont j'ai eu besoin m'ont été prêtés par M. Ad. Martin.

» Le photomètre dont j'ai fait usage est fondé sur la propriété de l'œil d'apprécier, avec une assez grande exactitude, l'égalité de deux images de même teinte, juxtaposées dans le champ de vue. Je ne le décrirai pas ici; je dirai seulement qu'il se distingue de la plupart des autres photomètres, en ce

que les rayons des deux sources à comparer suivent, dans tout leur trajet, une marche rigoureusement géométrique; ce qui m'a permis d'aborder directement une question qu'on n'avait jusqu'ici, je crois, résolue que par des procédés détournés, celle de la proportion de lumière transmise par un objectif.

Les deux sources de lumière étaient deux lampes à modérateur, munies de verres cylindriques. Les variations d'intensité produites par la réflexion ou la transmission sur l'une des deux sources étaient mesurées par les variations de distance de la seconde. Dans une série de dix observations, l'écart moyen sur la position de la lampe mobile atteint $\pm 0,91$, la distance étant 100. L'erreur probable d'une observation est $\pm 0,77$. On voit que j'établis l'égalité de deux images de même teinte avec une approximation d'environ un soixantième.

» Voici les résultats obtenus :

» 1° *Miroir de verre plan, poli au papier, argenture neuve.*

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Incidence à partir de la normale. | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° |
| Proportion de lumière réfléchie. | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,93 |

» Les variations correspondantes aux diverses incidences sont de l'ordre des erreurs d'expérience, et ne suivent aucune loi. Des expériences de mesure relative, où je cherchais à comparer l'une à l'autre les proportions de lumière réfléchie sous deux incidences différentes, n'ont pu davantage me donner la loi de variation avec l'incidence, ni même m'en faire reconnaître le sens. D'où cet énoncé :

» Un miroir de verre argenté réfléchit une proportion de la lumière incidente sensiblement constante, 0,935, quelle que soit l'incidence.

» 2° *Miroir plan argenté depuis plusieurs années, qui avait été complétement noirci, et dont la surface a été polie au tampon. Argenture très-inégale et fortement éraillée.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Incidence à partir de la normale. | 10° | 20° | 30° | 40° | 45° | 50° | 60° |
| Proportion de lumière réfléchie. | 0,85 | 0,83 | 0,84 | 0,88 | 0,91 | 8,88 | 0,87 |

» Les variations du pouvoir réflecteur tiennent ici à l'hétérogénéité de la surface; car, pour une même incidence, 60 degrés par exemple, j'ai obtenu 0,84, 0,88, 0,86, 0,88, suivant la région du miroir utilisée. La moyenne 0,87 représente donc le pouvoir réflecteur moyen d'un miroir altéré par l'usage. Mais on voit qu'il peut descendre jusqu'à 0,83.

» 3° Si l'on fait réfléchir un faisceau de rayons parallèles successivemen sur deux miroirs sous l'angle de 45 degrés, la proportion de lumière ré-

fléchie varie avec l'angle des plans d'incidence, en raison de la polarisation elliptique imprimée par la réflexion métallique. Mais cette variation est faible : la proportion de lumière réfléchie diminue de 4 centièmes, lorsque les plans d'incidence passent de la position parallèle à la position rectangulaire.

» On déduit de là et de ce qui précède :

| | |
|---|---|
| Lumière réfléchie par deux miroirs plans, sous l'angle de 45 degrés, les plans de réflexion parallèles | 0,86 |
| Les plans de réflexion rectangulaires | 0,82 |

l'argenture étant neuve. Si elle est déjà ancienne, ces nombres se réduisent respectivement à 0,75 et 0,71.

» Dans ces dernières expériences, les réflexions successives sur l'argent même très-bien poli communiquent à la lumière une teinte jaune assez prononcée pour que j'aie été obligé de placer un verre légèrement bleuâtre en avant de la source de lumière qui éclaire les miroirs, afin de ramener les images à l'égalité de teinte nécessaire à l'appréciation de l'égalité des intensités.

» 4° *Objectifs*. — Les collimateurs et lunettes employés à la construction de mon photomètre n'ayant que $0^m,40$ de distance focale, je n'ai pu appliquer l'instrument qu'à des objectifs de ce même foyer. Pour étudier des objectifs plus longs, de 2, 3 et 4 mètres, il faut employer des lunettes de dimensions analogues.

» Un objectif de 58 millimètres d'ouverture et de $0^m,48$ de distance focale, formé de deux verres indépendants, dont la teinte est légèrement jaune cuivré, transmet $0^m,80$ de la lumière d'une lampe à modérateur.

» Un objectif photographique de 55 millimètres d'ouverture et $0^m,38$ de foyer, formé de deux verres collés au baume de Canada, laisse passer 0,90 de la lumière incidente. Il est peut-être bon de remarquer qu'avant d'arriver sur l'objectif soumis à l'épreuve, la lumière a déjà traversé l'objectif d'un collimateur.

» La comparaison de ces résultats fait voir que la perte de lumière provient, comme Bouguer l'a montré, presque uniquement des réflexions sur la surface des lentilles.

» Je terminerai par le tableau des quantités de lumière utilisées par les divers instruments astronomiques, abstraction faite de l'effet des oculaires.

| | Neuf. | Ancien. |
|---|---|---|
| 1° Lunette, objectif à deux verres indépendants | 0,80 | 0,80 |
| 2° Télescope à miroir argenté et prisme à réflexion totale | 0,84 | 0,78 |

| | | |
|---|---|---|
| 3° Sidérostat de L. Foucault, un miroir plan et un objectif...... | 0,75 | 0,70 |
| 4° Appareil à deux miroirs plans et un objectif, de M. Lœwy : | | |
| Plans de réflexion parallèles.......................... | 0,70 | 0,60 |
| Plans de réflexion rectangulaires...................... | 0,67 | 0,58 |

» Si, dans ce dernier appareil, on admet que l'un des miroirs étant enfermé ne s'altère pas, les nombres 0,60 et 0,58 sont remplacés par 0,65 et 0,62. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille.* Note de **M. E. Stephan** (1), présentée par M. Delaunay.

*Positions moyennes pour* 1870,0.

| Noms des étoiles de comparaison. | | Ʀ | P. (Dist. p. n.). | |
|---|---|---|---|---|
| | | h m s | ° ′ ″ | |
| 281 Weisse (n. c.) H. I.. | 9^e | 1.12. 3,05 | 74.21.25,9 | Ex^t ex^t faible, très-petite, ronde, condensée au centre, mais pas de point brillant (à peine perceptible). |
| 583 Weisse (n. c.) H. I.. | 8,9 | 1.29.18,33 | 48.20.28,8 | Ex^t ex^t faible, très-petite, ronde, plus brillante au centre, mais pas de point brillant proprement dit. |
| 1268 Weisse (n. c.) H. I.. | 8 | 1.54.53,40 | 58.33.30,8 | 2 néb. voisines. Les deux néb. sont ex^t ex^t faibles, très-petites. Pas de points brillants. La première est un peu plus étendue que la seconde qui est presque imperceptible. |
| Id. .. | » | 1.55.46,82 | 58.33. 7,3 | |
| 3971 Lalande.......... | 8 ½ | 1.58.29,25 | 77.22.17,8 | Ronde, très-petite, très-faible, plus condensée au centre, mais pas de point brillant proprement dit. |
| 4713 Lalande.......... | 8 ½ | 2.23.28,11 | 55.49.52,1 | Ronde; très-petite, peu brillante vers le centre, semble résoluble. |
| 465 Weisse (n. c.) H. II. | 6,7 | 2.23.31,59 | 60.59.25,0 | Ex^t ex^t petite et faible, ronde, plus brillante au centre. |
| 502 Weisse (n. c.) H. II. | 9 | 2.25. 3,84 | 62.30.24,1 | Ex^t faible, petite, graduellement brillante avec le milieu brillant. |
| 655 Weisse (n. c.) H. II. | 8 | 2.26.35,20 | 61.15.40,9 | Modérément brillante, de forme irrégulière, allongée suivant une direction qui fait un angle de 75° environ avec le méridien. Plusieurs points brillants. |
| 631 Rumker H. II...... | 6 | 2.27.18,08 | 67. 9.31,1 | Ronde, ex^t ex^t petite, très-faible, centre brillant. |
| 786 B. A. C........... | 6 | 2.27.19,20 | 59. 3. 6,4 | Ronde, ex^t ex^t faible, très-petite, condensation au centre. |
| 665 Rumker.......... | 9 | 2.30.17,32 | 49. 2.13,8 | Groupe de 7 nébuleuses voisines. Toutes sont ex^t petites et faibles. N° 3 presque imperceptible. 1, 2, 5 et 6 ont à peu près le même éclat. 4 est un peu diffuse, un plus étendue que 1, 2, 5, 6, mais plus faible. 7 est moins faible que les autres. Un point brillant au milieu. |
| Id. .......... | » | 2.30.24,64 | 48.55. 7,0 | |
| Id. .......... | » | 2.30.32,33 | 48.53.45,6 | |
| Id. .......... | » | 2.30.35,46 | 49. 6.22,7 | |
| Id. .......... | » | 2.30.57,00 | 48.53.36,5 | |
| Id. .......... | » | 2.31.12,61 | 49. 4.18,5 | |
| 667 Arg. Z + 49°...... | 7,1 | 2.33.55,63 | 49. 3.20,3 | |
| 502 Arg. Z + 34°...... | 9,4 | 2.34.39,58 | 55.47.40,5 | Ex^t petite et faible. Un point brillant. |
| 1459 Weisse (n. c.) H. II. | 9 | 3. 4. 9,68 | 51.10.24,7 | Ex^t faible, très-petite, ronde, pas de point brillant, un peu diffuse. |

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 825.

*Positions moyennes adoptées des étoiles de comparaison pour l'époque* 1870,0.

| Noms des étoiles de comparaison. | | Æ | P. (Dist. p. n.). |
|---|---|---|---|
| | | h m s | ° ′ ″ |
| 281 Weisse (n. c.) H. I....... | 9ᵉ | 1.14.57,93 | 74.17.51,4 |
| 583 Weisse (n. c.) H. I....... | 8,9 | 1.27.38,10 | 48.16.14,10 |
| 1268 Weisse (n. c.) H. I....... | 8 | 1.54.12,99 | 58.30.37,0 |
| 3971 Lalande................. | 8,5 | 2. 2.46,50 | 77.26.25,5 |
| 4713 Lalande................. | 8,5 | 2.27.53,72 | 55.52.50,1 |
| 465 Weisse................. | 6,7 | 2.20.32,93 | 60.54.44,9 |
| 502 Weisse (n. c.) H. II...... | 9 | 2.22. 0,27 | 62.32.22,4 |
| 655 Weisse (n. c.) H. II...... | 8 | 2.28. 3,71 | 61.20.54,4 |
| 631 Rumker H. II........... | 6 | 2.21.49,24 | 67. 6.46,9 |
| 786 B. A. C................. | 6 | 2.24.11,23 | 58.59.27,6 |
| 665 Rumker H. II........... | 9 | 2.29.14,28 | 48.57.27,8 |
| 677 Arg. Z + 40°........... | 7,1 | 2.35.26,70 | 49. 3.23,4 |
| 502 Arg. Z + 34°........... | 9,4 | 2.35.46,86 | 55.45.47,9 |
| 1459 Weisse (n. c.) H. II...... | 9 | 3. 1.58,38 | 51.10.29,8. » |

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la théorie des roues hydrauliques : théorie de la roue à réaction; par* M. DE PAMBOUR.

« La roue à réaction est une turbine construite de manière à produire une forte réaction de l'eau, dans le sens du travail, pour appliquer cette force à l'augmentation de l'effet produit. Ainsi la réaction qui, dans la turbine, est une résistance, devient ici un des éléments de la puissance.

» Pour cela, on fixe le nombre et la courbure des aubes, ainsi que la dimension des orifices, d'après la condition que l'eau qui s'échappe des canaux en sorte avec une grande vitesse, et qu'elle soit lancée dans une direction tangente à la circonférence extérieure de la roue. Par ce moyen, la réaction est considérable, et elle peut agir avec efficacité.

» Puisque la roue à réaction arrive toujours, après quelques instants, au mouvement uniforme, il en résulte que, pendant son action, il doit y avoir équilibre entre la puissance et la résistance. Nous calculerons donc d'abord les éléments de chacune de ces forces, en les rapportant tous au même point de la roue; puis nous formerons l'équation de leur équilibre.

» Les forces qui constituent la puissance sont : l'impulsion directe de l'eau, la force centrifuge de la roue, celle des aubes, et enfin la force de réaction, produite par la vitesse de l'eau, à sa sortie des canaux. Si l'on appelle P le poids total de l'eau fournie à la roue par seconde, U la vitesse de cette eau au sortir du réservoir, et $g$ la gravité, on voit que la force

d'impulsion sera d'abord

$$\frac{P}{g}U.$$

Cette force se décomposera en deux autres, l'une normale aux aubes, et l'autre agissant dans le sens des canaux que les aubes forment entre elles. En appelant $v$ la vitesse de la circonférence extérieure de la roue et $v''$ celle de la circonférence intérieure, R le rayon de la circonférence extérieure et R″ celui de la circonférence intérieure, et, de plus, $\alpha$ étant l'angle sous lequel l'eau motrice arrive à la roue, la première des composantes sera

$$\frac{P}{g}U\cos\alpha.$$

Mais, comme la roue fuit devant elle, avec une vitesse $v''$ mesurée sur la circonférence intérieure, cette force ne pourra produire d'effet que par l'excès de la vitesse sur la vitesse $v''$. Ainsi, en observant qu'elle doit être, comme toutes les autres forces, rapportée à la circonférence extérieure de la roue, on voit que son expression sera

$$\frac{P}{g}(U\cos\alpha - v'')\frac{R''}{R}.$$

» De même, la seconde composante ne pourra agir qu'en vertu de l'excès de sa vitesse sur celle qu'elle rencontre à son arrivée dans le canal. En désignant par $u''$ cette vitesse, l'intensité de la force dont il s'agit sera

$$\frac{P}{g}(U\sin\alpha - u'').$$

Comme, à la sortie du canal, elle sera animée de la vitesse de sortie $u'$, il faudra la multiplier par $u'$ pour avoir l'effet produit ; et enfin, en divisant cet effet par $v$, on aura la force qui pourra produire le même effet à la vitesse $v$, savoir :

$$\frac{P}{g}(U\sin\alpha - u'')\frac{u'}{v}.$$

» Nous reviendrons plus loin sur la force centrifuge de la roue. Quant à la force centrifuge des aubes, nous avons vu, en traitant de la turbine (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 334), qu'en exprimant par $\rho$ et $\rho''$ les rayons de courbure extérieur et intérieur des aubes, appelant $u_1$ la vitesse moyenne de l'eau dans les canaux, $\theta$ l'angle d'inclinaison de la normale à l'aube sur la direction du mouvement de rotation de la roue, et $R_1$ la distance du centre de gravité de l'aube à l'axe de la roue, le travail effectué par cette force par seconde, rapporté à la direction du mouvement et à sa circon-

férence extérieure, puis remplacé par une force agissant à la vitesse $v$, sera

$$\frac{1}{2}\frac{P}{g}\frac{R_1}{R}\frac{\rho^2-\rho''^2}{\rho^2}\cos\theta\,\frac{u_1^2}{v}.$$

» Quant à la réaction, on sait que c'est un recul pareil à celui d'une fusée qui s'élève dans l'air, ou d'une pièce de canon qui recule après le coup parti. Ici, l'eau, en suivant le canal, arrive au point où celui-ci joint la circonférence extérieure; et là, elle se trouve sollicitée par deux forces agissant toutes deux dans la direction de la tangente, mais en sens contraire l'une de l'autre, savoir : la vitesse $u'$, qui est celle de la sortie du canal, et la vitesse $v$, qui est celle de la roue.

» Si la vitesse $u'$ l'emporte sur la vitesse $v$, l'eau prendra la direction de $u'$, et la vitesse $v$ sera annulée. Mais il restera, dans le sens de $u'$, un surplus de vitesse $(u'-v)$, qui poussera l'eau vers le dehors, et la projettera dans l'espace, en produisant une contre-pression sur son point de départ, comme le fait la poudre dans le recul d'un canon; et cette contre-pression ou réaction aura une direction contraire à la vitesse $u'$. L'eau continuera d'arriver et produira le même effet; par conséquent, la pression, ainsi établie, fonctionnera, dans le travail de la roue, comme toute autre force régulière. De plus, comme elle est appliquée à la circonférence extérieure, dans le même sens et à la vitesse $v$, son action sera positive, c'est-à-dire en faveur du mouvement, et l'effet qui en résultera par seconde sera

$$\frac{P}{g}(u'-v)v.$$

» C'est l'expression de la réaction, quand elle est positive. Mais, si la vitesse $v$ l'emporte sur la vitesse $u'$, il se produira un effet contraire, et la réaction sera négative. En outre, il y aura cette différence que, dans le premier cas, la réaction, étant dirigée dans le sens du mouvement, exercera son action sur le côté concave des aubes, et aura son plein effet; tandis que, dans le second, la réaction, prenant les aubes à revers ou du côté convexe, ne pourra produire qu'une perte de force vive.

$$-\frac{1}{2}\frac{P}{g}(v-u')^2.$$

» Mais il se produit en même temps un effet en faveur de la puissance. Quand la vitesse $v$ excède la vitesse $u'$, il se fait, derrière la colonne d'écoulement, un vide relatif représenté par la différence des deux vitesses ou pressions $v$ et $u'$. C'est ce qu'on reconnaît en traçant, sur la figure de la roue, le courant d'eau qui contourne l'aube, pour prendre la direction de

l'eau de fuite. A partir du point qui marque la fin d'un premier canal, et qui se trouve fixé sur le suivant par la normale abaissée d'une aube sur l'autre, l'eau s'éloigne de plus en plus de l'aube qui présente son côté convexe, et produit sur ce côté un vide relatif. C'est sur la longueur comprise entre ce point et l'extrémité de l'aube suivante, que l'effet signalé se produit. En appelant $l'$ cette longueur, $l$ la longueur totale de l'aube, et admettant que la différence de pression puisse être représentée par $v - u'$, on voit que l'effet résultant sera

$$+\frac{l'}{l}\frac{P}{g}(v-u')v.$$

» Nous venons d'exprimer les divers éléments de la puissance. Avant d'aller plus loin, il convient d'en défalquer la perte d'effet due à la circonstance, que l'eau de fuite quitte la roue en conservant encore une certaine vitesse ; et cette perte a, comme on le sait, pour expression

$$\frac{1}{2}\frac{P}{g}(u'-v)^2.$$

» Pour passer maintenant aux éléments de la résistance, en représentant par $r$ la charge utile imposée à la roue, par $f$ son frottement propre, par $f'$ son frottement additionnel ou dû à la charge, et par $\Sigma v^2$ la résistance de l'air ou du liquide dans lequel a lieu le mouvement, ces diverses forces étant rapportées à la circonférence extérieure de la roue, la résistance totale sera, comme nous l'avons vu (*Comptes rendus*, t. LX, p. 1181, et t. LXII, p. 218), représentée par la quantité

$$(1+f')(r+f+\Sigma v^2).$$

» En égalant cette expression des résistances à celle qui représente la puissance, on forme l'équation d'équilibre de la roue. Puis, négligeant la résistance de l'air, multipliant les deux membres de cette équation par $v$, pour avoir les effets produits et faisant pour simplifier

$$\frac{1}{1+f'}=\xi \quad \text{et} \quad \frac{P}{g}=M,$$

on aura définitivement, pour l'expression de l'effet utile, la formule suivante :

$$\begin{aligned} rv = {} & \xi M \frac{R''}{R}(U\cos\alpha - v'')v + \xi M(U\sin\alpha - u'')u' \\ & + \tfrac{1}{2}\xi M \frac{\rho^2-\rho''^2}{\rho^2}\frac{R_1}{R}\cos\theta . u_1^2 + \xi M(u'-v)v - \tfrac{1}{2}\xi M(u'-v)^2 - fv. \end{aligned}$$

» Toutes les quantités continues dans cette formule sont connues *à priori*, hors les vitesses. Mais celles-ci se calculeront facilement, en prenant le volume d'eau fourni à la roue par seconde, et le divisant par les aires contractées des orifices du réservoir et de la roue.

» Ainsi, en désignant par $P_1$ le volume d'eau total dépensé par la roue, par $O$, $O''$, $O'$ les orifices respectifs de la sortie du réservoir, de l'entrée et de la sortie de la turbine, on aura

$$U = \frac{P_1}{O}, \quad u'' = \frac{P_1}{O''}, \quad u' = \frac{P}{O'};$$

et enfin, en appelant $u'''$ la vitesse au point milieu du canal, on aura de plus

$$u''' = u'' \quad \text{et} \quad u_1 = \frac{u'' + u''' + u'}{3}. \text{ »}$$

ARITHMÉTIQUE. — *Résolution d'une question numérique.* Note de **M. Bougaev**, présentée par M. Bertrand.

» Nous nommerons nombres *primitifs* ceux qui ne sont divisibles par aucun carré. Nous compterons l'unité parmi ces nombres. Ces nombres ont ainsi la forme $1, a, ab, abc, abcd, \ldots$, où $a, b, c, d \ldots$ sont les nombres premiers absolus. Désignons par $H_1(n)$ la fonction numérique qui représente le nombre des nombres primitifs qui ne surpassent pas $n$. Cette fonction $H_1(n)$ a deux expressions différentes.

» Dans la première, elle est représentée par la formule

$$(1) \qquad H_1(n) = \int_{u=1}^{E\sqrt{n}} q(u) + \int_1^{E\sqrt{\frac{n}{2}}} q(u) + \int_1^{E\sqrt{\frac{n}{3}}} q(u) + \ldots,$$

où la fonction numérique $q(u)$, pour tous les nombres primitifs, satisfait aux équations

$$\begin{aligned} q(1) &= 1, \\ q(a) &= -1, \\ q(ab) &= +1, \\ q(abc) &= -1, \\ q(abc) &= -1, \\ q(abcd) &= +1, \\ &\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}$$

et est égale à zéro pour les nombres non primitifs.

» La fonction $H_1(n)$ satisfait aussi à l'équation fonctionnelle

$$(2)\qquad H_1(n) + H_1\left(\frac{n}{2^2}\right) + H_1\left(\frac{n}{3^2}\right) + H_1\left(\frac{n}{4^2}\right) + \ldots = n,$$

où $H_1\left(\frac{n}{k^2}\right)$ remplace l'expression $H_1\left(E\frac{n}{k^2}\right)$.

» *Exemple.* — Pour $n = 30$ l'équation (2) donne

$$H_1(30) + H_1(7) + H_1(3) + H_1(1) + H_1(1) = 30,$$
$$H_1(7) + H_1(1) = 7;$$

d'où

$$H_1(1) = 1, \quad H_1(7) = 6, \quad H_1(3) = 3 \quad \text{et} \quad H_1(30) = 19.$$

» En effet, il y a seulement dix-neuf nombres primitifs qui ne surpassent pas 30. Ces nombres sont :

1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14 15 17, 19, 21, 22, 23, 26, 29, 30.

» De même, si nous appelons nombres *secondaires* les nombres qui ne sont pas divisibles par les cubes, la quantité des nombres secondaires $H_2(n)$, qui ne surpasse pas $n$, peut être exprimée ou par la formule

$$(3)\qquad H_2(n) = \int_1^{E\sqrt[3]{n}} q(u) + \int_1^{E\sqrt[3]{\frac{n}{2}}} q(u) + \int_1^{E\sqrt[3]{\frac{n}{3}}} q(u) + \ldots,$$

ou par l'équation fonctionnelle

$$(4)\qquad H_2(n) + H_2\left(\frac{n}{2^3}\right) + H_2\left(\frac{n}{3^3}\right) + H_2\left(\frac{n}{4^3}\right) + \ldots = n.$$

» De même, nous pourrions exprimer la quantité des nombres *tertiaire*, *quartiaire*, etc. »

PLASTICODYNAMIQUE. — *Équation aux dérivées partielles des vitesses, dans un solide homogène et ductile déformé parallèlement à un plan.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« La théorie de la déformation plane des solides ductiles comprend, non-seulement les lois de la distribution des pressions exercées aux divers points de ces corps, lois dont j'ai résumé les principales dans deux précédents articles (*Comptes rendus*, 22 et 29 janvier 1872) (*), mais encore et

(*) Les trois plus importantes (en ce sens que, réunies, elles permettent de se représen-

surtout la détermination des déplacements que les molécules y subissent les unes par rapport aux autres. Les augmentations de ces déplacements, pendant un temps infiniment petit, dépendent elles-mêmes des vitesses des divers points à l'instant considéré; ce nouveau problème se ramène en définitive à déterminer les vitesses produites dans tout le corps à une époque quelconque, ou seulement les rapports qu'elles ont entre elles, car la vitesse absolue d'une ou de plusieurs molécules sera directement donnée dans chaque question particulière, et l'on en déduira celles de toutes les autres.

» M. de Saint-Venant a déjà établi (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 477, et *Journal de Mathématiques*, 1871, t. XVI, p. 308) les équations indéfinies qui doivent servir à calculer ces vitesses : il s'est appuyé pour cela sur la loi de la conservation des volumes, et aussi, comme il l'avait déjà fait en 1843, dans un Mémoire relatif à la dynamique des fluides (*Comptes rendus*, t. XVII, p. 1243), sur le principe consistant à admettre que l'action tangentielle exercée sur tout élément plan d'un fluide ou, plus généralement, d'un corps ductile isotrope, est parallèle à la direction suivant laquelle la matière située d'un côté de cet élément plan glisse sur celle qui est de l'autre côté (*). Je me propose aujourd'hui de montrer que ces relations

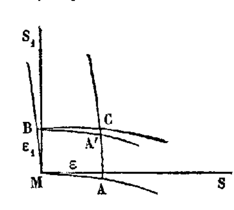
---

ter, avec toute la netteté désirable, cette distribution des pressions) sont exprimées, dans l'article du *Compte rendu* du 22 janvier 1872, par les trois formules (4) (p. 245), dont l'une, $F - F_1 = 2K$, a été posée par M. de Saint-Venant [relation (6) au *Compte rendu* du 7 mars 1870, t. LXX, p. 478], et dont j'ai établi les deux autres, $F = K(1 - \log h^2)$, $hh_1 = 1$, ainsi que l'équation aux dérivées partielles des cylindres isostatiques. Quant au second article cité (du 29 janvier, p. 318), il est destiné à montrer que si, au lieu d'exprimer en fonction des deux coordonnées $x$ et $y$ le paramètre différentiel $h$ (ou la force principale F) et l'angle $\alpha$ que cette force F fait avec les $x$ positifs, on exprime au contraire $x$ et $y$ en fonction de $h$ et $\alpha$ (prises ainsi pour variables indépendantes, variables dont la première, $h$, revient à celle $\xi$ adoptée par M. Levy dans son article du 6 novembre 1871, et dont la seconde, $\alpha$, me paraît être bien en rapport avec l'autre, $h$, F ou $\xi$), on peut obtenir facilement, non-seulement des intégrales particulières remplissant le même but que celles qu'a trouvées M. Levy dans l'article cité, mais encore des intégrales générales, contenant d'une manière explicite les deux fonctions arbitraires que comporte la question.

(*) Ce principe est certainement admissible dans le cas où les déformations que subit la matière de part et d'autre de l'élément plan considéré sont assez petites ou assez peu rapides pour qu'on puisse leur appliquer la loi de la superposition des petits effets. Ces déformations, si générales qu'elles soient, peuvent être en effet décomposées : 1° en trois dilatations rectangulaires, positives ou négatives, qui sont respectivement deux parallèles et la troisième normale à l'élément plan, et qui ne peuvent, par raison de symétrie, développer sur

prennent une forme très-simple, et se réduisent même à une seule équation linéaire et aux dérivées partielles du second ordre, lorsqu'on choisit pour variables indépendantes les deux coordonnées curvilignes $\rho$, $\rho_1$, que j'ai employées dans mon premier article de plasticodynamique (*voir* p. 242), auquel je prierai le lecteur de se reporter (*).

» La vitesse en un point quelconque, M par exemple, peut être décomposée en deux autres U, $U_1$, respectivement dirigées suivant les normales MS, $MS_1$ aux deux cylindres isostatiques et orthogonaux $f(x, y) = \rho$, $f_1(x, y) = \rho_1$, qui s'y coupent : U, $U_1$ seront, par suite, deux fonctions de $\rho$, $\rho_1$, définissant à l'instant considéré l'état de mouvement du corps. Il faudra exprimer : 1° que le cylindre matériel ayant pour section normale, à l'époque $t$, le rectangle curviligne infiniment petit MACB, aura conservé son volume à l'époque $t + dt$; 2° que la matière située d'un côté de la face MA de ce prisme ne subit aucun glissement par rapport à celle qui est de l'autre côté (puisque l'action exercée sur cette face MA lui est normale), ou, en d'autres termes, que les deux faces MA, MB feront encore un angle droit après l'instant $dt$.




» A l'époque $t + dt$, le parallélogramme MACB ne sera qu'infiniment peu incliné, et aura pour aire, sauf erreur négligeable, le produit de ce que seront devenues les deux lignes matérielles MA, MB, ou même leurs projections respectives sur MS, $MS_1$. Or la projection de MB sur $MS_1$, par exemple, aura augmenté du produit de $dt$ par l'excès de la vitesse, suivant

cet élément plan aucune action tangentielle; 2° en un simple glissement parallèle à l'élément plan, et qui produit évidemment une action tangentielle ayant sa propre direction, si son effet ne dépend pas des dilatations précédentes.

(*) J'observe ici, par occasion, qu'en divisant par $F - F_1$ les formules (2) de ce même article, formules exprimant l'équilibre intérieur d'un corps soumis, parallèlement à un plan, à des pressions assez fortes pour qu'on puisse négliger en comparaison son poids et son inertie, chacune d'elles devient immédiatement intégrable, non-seulement dans le cas déjà étudié où $F - F_1 = \text{const.}$, mais encore toutes les fois qu'il existe entre F et $F_1$ une relation sous forme finie, permettant d'exprimer l'une de ces forces en fonction de l'autre, ou toutes les deux en fonction d'une troisième. On obtient par suite, entre F, $F_1$, $h$, $h_1$, trois relations complétement déterminées, analogues à celles (4) du même article, et qui serviront à construire de même de proche en proche les lignes isostatiques. Par exemple, s'il s'agit de l'équilibre-limite d'un massif pulvérulent ou sablonneux, la relation entre les pressions, établie par M. Levy, revient à dire que F, $F_1$ sont respectivement proportionnelles à $1 - \sin\varphi$, $1 + \sin\varphi$, $\varphi$ désignant l'angle de frottement, et l'on trouve notamment, entre $h$ et $h_1$, non plus la relation $hh_1 = 1$, mais celle-ci : $h^{1-\sin\varphi} h_1^{1+\sin\varphi}$.

$MS_1$, du point matériel B, sur la vitesse pareille $U_1$ du point M. Mais la vitesse en B se compose de deux autres : la première, $U + \frac{dU}{d\rho_1} d\rho_1$, dirigée suivant BC et faisant avec MS un angle CBA′ ou $\theta$ égal à $-\frac{h}{h_1^2}\frac{dh_1}{d\rho} d\rho_1$, la seconde, $U_1 + \frac{dU_1}{d\rho_1} d\rho_1$, perpendiculaire à la première et inclinée sur $MS_1$ du même angle $\theta$. La projection suivant $MS_1$ de la vitesse en B est donc sensiblement $U_1 + \frac{dU_1}{d\rho_1} d\rho_1 + U\theta$, et c'est l'excès de cette quantité sur $U_1$, multiplié par $dt$ et ajouté à $\varepsilon_1 = \frac{d\rho_1}{h_1}$, qui donne la longueur de la ligne matérielle MB après l'instant $dt$. On aura de même celle de MA, et si l'on exprime, après avoir remplacé $\theta$ par sa valeur, que la partie de leur produit proportionnelle à $dt$ est nulle, il vient

$$(1) \qquad \frac{d}{d\rho}\left(\frac{U}{h_1}\right) + \frac{d}{d\rho_1}\left(\frac{U_1}{h}\right) = 0, \quad \text{ou} \quad U = h_1 \frac{d\psi}{d\rho_1}, \quad U_1 = -h\frac{d\psi}{d\rho},$$

$\psi$ désignant une certaine fonction. Ainsi, *la condition d'incompressibilité revient à dire que, des deux composantes de la vitesse en chaque point suivant les normales à deux systèmes de cylindres orthogonaux, chacune est égale à la dérivée d'une certaine fonction $\psi$ suivant la direction de l'autre, dérivée prise avec son signe pour l'une d'elles, et avec un signe contraire pour l'autre.*

» Il reste à exprimer que l'angle BMA est encore droit au bout d'un instant $dt$, ou que les deux inclinaisons respectives prises par MB et MA, durant cet instant et dans l'angle $SMS_1$, par rapport à $MS_1$ et MS, sont égales et de signes contraires. A part le facteur $dt$, cette inclinaison est, pour MB, $\frac{1}{\varepsilon_1}\left(\frac{dU}{d\rho_1}d\rho_1 - U_1\theta\right)$, c'est-à-dire le quotient par $\varepsilon_1$ de la vitesse qui anime suivant MS le point B, diminuée de la vitesse pareille U du point M. En exprimant que la somme algébrique de cet angle et de l'inclinaison analogue prise pour MA sur MS est nulle, il vient

$$(2) \qquad h^2 \frac{d.U_1 h_1}{d\rho} + h_1^2 \frac{d.Uh}{d\rho_1} = 0.$$

Si l'on substitue dans cette relation, à U et $U_1$ leurs expressions (1) en $\psi$, et si l'on se rappelle que $hh_1 = 1$, on obtient l'équation cherchée

$$(3) \qquad h^2 \frac{d^2\psi}{d\rho^2} = h_1^2 \frac{d^2\psi}{d\rho_1^2}, \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\psi}{d\rho_1^2} = h^4 \frac{d^2\psi}{d\rho_2} :$$

son intégration est malheureusement rendue bien difficile par la présence du coefficient $h^4$, qui est à la fois fonction de $\rho$ et de $\rho_1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points du calcul inverse des différences.* Note de **M. Ed. Combescure**, présentée par M. Serret.

» La présente Note se réduit à quelques remarques très-simples qui n'ont peut-être pas encore été faites, et qui peuvent présenter quelque intérêt. Comme elles ont trait à des questions isolées, je les introduis dans des numéros séparés.

» 1. La connaissance des différentielles partielles du premier ordre d'une fonction à $n$ variables indépendantes permet de déterminer cette fonction, à une constante arbitraire près. Or, il est bien visible que les raisonnements et les transformations employés peuvent se répéter pour le cas, où, au lieu des différentielles, on se donne les différences finies partielles du premier ordre.

» Si l'on considère, en effet, une fonction quelconque $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, et que l'on désigne par $\Delta_1 f$, $\Delta_2 f, \ldots$, les accroissements partiels de cette fonction répondant aux accroissements respectifs et séparés $\Delta x_1$, $\Delta x_2, \ldots$, des variables indépendantes (ces derniers accroissements étant supposés constants, comme on peut toujours l'admettre), il est clair que l'on aura

$$\Delta_i \Delta_j f = \Delta_j \Delta_i f;$$

et que, par conséquent, si l'on désigne par $f_1, f_2, \ldots, f_n$, des fonctions données, qui soient censées les différences finies partielles du premier ordre d'une même fonction $f$, on devra avoir les $\frac{n(n-1)}{2}$ *conditions d'intégrabilité*

$$\Delta_i f_j = \Delta_j f_i.$$

En les supposant remplies, la fonction inconnue $f$ devra vérifier la relation

$$\Delta_1 f = f_1,$$

qui entraîne

$$f = \Sigma_1 f_1 + V_1,$$

$V_1$ étant une fonction arbitraire de $x_1$, $x_2, \ldots$, $x_n$, mais périodique (période $\Delta x_1$) relativement à $x_1$, quelles que soient les valeurs des autres variables. $\Sigma_1$ est le signe de l'intégration finie et définie, eu égard à la seule variabilité de $x_1$, de sorte que, si $\varpi$ désigne une fonction particulière telle que

$$\Delta_1 \varpi = f_1,$$

il faudra écrire

$$\Sigma_1 f_1 = \varpi - \varpi^{(0)},$$

$\varpi^{(0)}$ étant généralement ce que devient une fonction $\varpi$ lorsqu'on y rem-

place $x_1$ par la valeur initiale $x_1^{(0)}$: de même que $\varpi^{(00)}$ désignerait ce que devient la fonction par la substitution à $x_1$, $x_2$ de deux valeurs initiales quelconques $x_1^{(0)}$, $x_2^{(0)}$ respectivement, etc. De l'expression ci-dessus de $f$ on tire

$$\Delta_i f = \Sigma_1 \Delta_i f_1 + \Delta_i V_1 = \Sigma_1 \Delta_1 f_i + \Delta_i V_1;$$

d'où résulte

$$\Delta_i V_1 = f_i^{(0)}.$$

La fonction $V_1$ doit donc vérifier les conditions

$$\Delta_2 V_1 = f_2^{(0)}, \quad \Delta_3 V_1 = f_3^{(0)}, \ldots, \quad \Delta_n V_1 = f_n^{(0)},$$

dont l'ensemble constitue un problème du même genre que le proposé, sauf que le nombre des variables indépendantes est diminué d'une unité. Donc, par l'application répétée des transformations ci-dessus, on arrivera à la formule

$$f = \Sigma_1 f_1 + \Sigma_2 f_2^{(0)} + \Sigma_3 f_3^{(00)} + \ldots + \Sigma_n f_n^{(00\ldots)} + \varphi,$$

$\Sigma_i$ se rapportant uniquement à la variable $x_i$, et l'intégration étant toujours définie. Quant à $\varphi$, cette quantité représente une fonction arbitraire de toutes les variables indépendantes, mais périodique séparément par rapport à chacune d'elles, les périodes respectives et indépendantes étant $\Delta x_1$, $\Delta x_2, \ldots$ Il est presque superflu de faire observer que dans tout ce qui précède, $x_1^{(0)}. x_2^{(0)}, \ldots$, auraient dû, pour la généralité du raisonnement, désigner des fonctions arbitraires de la nature de $\varphi$; mais il n'y a aucun inconvénient à leur attribuer des valeurs constantes quelconques, parce que deux fonctions qui ont les mêmes différences partielles du premier ordre, ne peuvent évidemment différer que par une fonction de la nature de $\varphi$.

» On voit que la précédente formule subsiste, si un certain nombre de différences $\Delta x_i$ deviennent infiniment petites, à la condition de supposer $\varphi$ indépendant des variables correspondantes.

» 2. A la question précédente on peut rattacher la suivante, que je me borne, en ce moment, à indiquer :

» Étant données $n$ fonctions $\varpi_1$, $\varpi_2, \ldots$, $\varpi_n$ des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, trouver les conditions pour qu'elles soient proportionnelles aux différences partielles du premier ordre d'une même fonction.

» 3. Dans la *Théorie analytique des probabilités*, Laplace applique, comme on le sait, la théorie des *fonctions génératrices* dont il a enrichi l'analyse, à l'intégration des équations linéaires aux différences finies, et à coefficients constants spécialement. L'illustre auteur ne fait pas mention, dans ce grand

ouvrage, des fonctions périodiques, introduites antérieurement par Euler, et destinées à compléter, autant que possible, les expressions intégrales. Certains de ses résultats manquent, à ce point de vue, de généralité. Je me bornerai à l'exemple suivant, qui a joué un certain rôle dans les discussions métaphysiques qui s'élevèrent, dans le temps, relativement à la discontinuité des fonctions. Il s'agit de l'équation qui figure à la page 80 de l'ouvrage cité, savoir

$$(a)\quad (y_{x+1,x'} - 2y_{x,x'} + y_{x-1,x'}) - (y_{x,x'+1} - 2y_{x,x'} + y_{x,x'-1}) = 0.$$

En appliquant la méthode qu'il a précédemment développée, Laplace trouve pour l'intégrale *complète* de cette équation

$$(b)\qquad y_{x,x'} = \varphi(x+x') + \psi(x-x').$$

Or il est très-facile d'avoir, sans la moindre incertitude, la forme la plus générale qui puisse satisfaire à l'équation $(a)$. Si l'on pose, en effet,

$$\frac{x+x'}{2} = \xi, \quad \frac{x-x'}{2} = \eta, \quad \text{et} \quad y_{x,x'} = f(\xi, \eta),$$

on trouve, par la substitution immédiate, que l'équation proposée revient à

$$\Delta_\xi \Delta_\eta f = 0,$$

les accroissements des variables indépendantes $\xi$ et $\eta$ étant respectivement l'unité.

» Cette équation s'intègre successivement par rapport à $\xi$ et à $\eta$, et l'on a

$$(c)\qquad f = \varphi(\xi, \eta) + \psi(\xi, \eta),$$

$\varphi$ et $\psi$ désignant des fonctions arbitraires de $\xi$ et de $\eta$; la première étant périodique par rapport à $\eta$, quel que soit $\xi$, et la seconde par rapport à $\xi$, quel que soit $\eta$. Au reste, il est bien évident que, comme on peut faire entrer dans $\varphi$, par exemple [équation $(b)$], les sinus et cosinus de $2\pi x$, $2\pi x'$ arbitrairement, et par suite aussi

$$\sin 2\pi x + \sin 2\pi x' = 2\sin\left(2\pi\frac{x+x'}{2}\right)\cos\left(2\pi\frac{x-x'}{2}\right),$$

$$\sin 2\pi x - \sin 2\pi x' = 2\cos\left(2\pi\frac{x+x'}{2}\right)\sin\left(2\pi\frac{x-x'}{2}\right),$$

on peut considérer cette fonction $\varphi$ comme une fonction arbitraire de $\xi$, $\sin 2\pi\eta$, $\cos 2\pi\eta$, et de même $\psi$ comme une fonction arbitraire de $\eta$, $\sin 2\pi\xi$,

$\cos 2\pi\xi$; mais il n'est peut-être pas établi *en toute rigueur* que l'on puisse produire ainsi les fonctions $\varphi$ et $\psi$ telles que je les ai définies dans l'équation $(c)$, et, dans tous les cas, ce moyen connu de généraliser les intégrales aurait-il pu être généralement indiqué. Probablement ce détail a été sous-entendu par le grand géomètre.

» 4. Dans le 13$^e$ Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, Poisson applique aux équations aux différences mêlées, comprises sous le type

$$\text{(A)} \qquad \frac{dy_1}{dx} + p\frac{dy}{dx} + qy_1 + my = n,$$

la méthode dont Laplace s'est servi (*Mém.* de 1773) pour intégrer, dans certains cas, une classe d'équations aux différentielles partielles qui présentent avec la précédente certaines analogies de forme. Dans cette équation, $p$, $q$, $m$, $n$ sont des fonctions quelconques de $x$, et $y_1$ désigne ce que devient $y$ quand on y écrit $x+1$ au lieu de $x$.

» En posant généralement, pour une fonction quelconque $f(x)$,

$$f_1 = f(x+1), \quad f' = f(x-1),$$

si l'on fait dans (A) la substitution

$$y = \lambda z, \quad \text{ou} \quad \lambda = e^{-\int q' dx},$$

on obtient

$$\frac{dz_1}{dx} + p\frac{\lambda_1}{\lambda}\frac{dz}{dx} + \frac{1}{\lambda_1}\left(p\frac{d\lambda}{dx} + m\lambda\right)z = \frac{n}{\lambda_1}.$$

On peut donc toujours admettre que $y_1$ ne figure pas dans (A) en dehors du signe $\frac{d}{dx}$, et adopter en conséquence, en revenant aux notations primitives,

$$(a) \qquad \frac{dy_1}{dx} + p\frac{dy}{dx} + my = n.$$

Cette réduction préliminaire simplifie, d'*une manière uniforme*, tous les calculs ultérieurs. Ainsi la substitution

$$(1) \qquad y_1 + py = z,$$

relative à la *première suite de transformations* de l'auteur, transforme d'abord $(a)$ dans

$$(2) \qquad \frac{dz}{dx} = \alpha y + n,$$

où

$$\alpha = \frac{dp}{dx} - m;$$

et, lorsque $\alpha$ n'est pas nul, l'élimination de $y$ entre (1) et (2) donne

$$(b) \qquad \frac{dz_1}{dx} + p\frac{\alpha_1}{\alpha}\frac{dz}{dx} - \alpha_1 z = n^{(1)}$$

ou

$$n^{(1)} = n_1 + p\frac{\alpha_1}{\alpha}n;$$

de sorte que la transformée de $(a)$ *conserve exactement la même forme*, c'est-à-dire que $z_1$ n'y figure pas en dehors de $\frac{d}{dx}$. Il en sera donc de même de toutes les transformées successives qui répondent aux substitutions analogues à (1).

» Pour la *seconde suite de transformations*, il convient de modifier légèrement la substitution de Poisson. En prenant

$$\frac{dy}{dx} = m'z,$$

l'élimination de $y$ entre cette relation et $(a)$ fournit

$$(c) \qquad \frac{dz_1}{dx} + p\frac{m'}{m}\frac{dz}{dx} + hz = \frac{d\frac{m}{n}}{dx},$$

ou

$$h = \frac{d\left(p\frac{m'}{m}\right)}{dx} + m',$$

et l'on voit que la forme initiale $(a)$ est encore conservée. On peut observer que, si l'on appliquait à $(b)$ la *seconde substitution* ou à $(c)$ la *première*, on retomberait sur $(a)$, de façon qu'il est inutile d'entremêler les deux modes de transformation.

» Comme la méthode est d'une application pénible et ne peut réussir qu'accidentellement, les simplifications précédentes ne sont peut-être pas sans importance, d'autant plus que, en renversant la question, elles permettent d'arriver plus aisément à des types intégrables. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination de la liaison géométrique qui existe entre les éléments de la courbure des deux nappes de la surface des centres de courbure principaux d'une surface donnée.* Note de **M. A. Mannheim**, présentée par M. Serret.

« Désignons par (S) une surface, par $a$ un point de cette surface, et A la

normale en ce point. Appelons $b$ et $c$ les centres de courbure principaux de (S) situés sur A.

» Menons au point $b$ la normale B à la nappe (B) de la surface des centres de courbure principaux de (S); de même, au point $c$, nous aurons la normale C à la nappe (C). Sur la normale B à la surface (B), nous aurons les centres de courbure principaux $d$ et $e$, et sur C les centres de courbure principaux $g$ et $h$ des nappes (B) et (C). De chacun de ces points sont issues les normales D, E, G, H, aux nappes de la surface des centres de courbure principaux des surfaces (B) et (C).

» Les plans menés respectivement par B et par les normales D et E sont les plans des sections principales de (B).

» De même, les plans des sections principales de (C) sont déterminés par la droite C et les deux droites G et H.

» Ce que je me propose de faire connaître aujourd'hui, c'est la liaison géométrique qui existe entre la situation des plans des sections principales des surfaces (B) et (C) et les positions des centres de courbure principaux $d$, $e$, $g$, $h$.

» Les nappes (B) et (C) jouissent de cette belle propriété découverte par Monge : *d'un point quelconque de l'espace elles paraissent se couper à angle droit.*

» Cette propriété va nous permettre d'arriver facilement au résultat important que je vais établir.

Déplaçons le point $a$ sur (S) de toutes les manières possibles. Pendant ce déplacement, les plans des sections principales de (S) supposés entraînés restent tangents aux nappes (B) et (C).

» Nous avons donc le dièdre droit formé par ces plans dont les faces sont les plans (A, B) et (A, C), qui peut se déplacer de toutes les manières possibles autour de sa première position sans que ses faces, ainsi que A, cessent d'être tangentes aux deux nappes (B) et (C).

» J'ai démontré, dans mon *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable*, qu'on déduit de là la propriété suivante :

» On mène du point $b$ la tangente conjuguée A' à A par rapport à (B). On considère la normale infiniment voisine de B à cette surface et qui s'appuie sur A'; on opère de même pour l'autre nappe (C). *Ces quatre droites* B, C, *et les deux normales infiniment voisines dont je viens de parler appartiennent à un paraboloïde.*

» Je vais modifier cette propriété de manière à ne faire intervenir que des éléments finis : j'obtiendrai ainsi la liaison que je cherche.

» La normale B et la normale infiniment voisine qui s'appuie sur A′ déterminent un élément de normalie à (B) tangent en *d* au plan (B, E) et tangent en *e* au plan (B, D).

» Ces plans coupent respectivement C aux points *d′* et *e′* : les droites *dd′* et *ee′* sont des génératrices de notre paraboloïde. Le plan (B, A′) est tangent en *b* à cette surface et, comme A′, rencontre C : cette droite est aussi sur le paraboloïde.

» Les trois droites A′, *dd′*, *ee′*, sont donc trois génératrices de notre paraboloïde. En considérant C, nous trouverons de la même manière trois autres génératrices, et comme B et C sont aussi sur ce paraboloïde, nous avons *huit droites appartenant à un même paraboloïde.*

» Quatre de ces droites passent par les centres de courbure principaux *d*, *e*, *g*, *h* et sont dans les plans des sections principales des nappes (B) et (C); elles établissent, par leurs positions, la liaison géométrique cherchée.

» Avant de faire voir l'usage que l'on peut faire de ces droites, je vais démontrer que *la droite* A′ *est l'axe de courbure d'une des lignes de courbure de* (S) *en a*.

» Considérons la ligne de courbure de (S) partant de *a*, et dont le premier élément est normal au plan (A, C). Prenons sur cette ligne de courbure un point $a_1$, infiniment voisin de *a*, et le plan normal en ce point à cette courbe. Ce plan touche (B) en un point infiniment voisin de *b* et qui est situé sur A. Nous avons donc deux plans normaux à notre ligne de courbure, qui se coupent suivant l'axe de courbure de cette courbe, qui ne sont autres que deux plans tangents à (B) en deux points infiniment voisins situés sur A. Ces deux plans tangents se coupent suivant A′, tangente conjuguée de A : donc A′ est l'axe de courbure de notre ligne de courbure.

» Cherchons maintenant la solution d'un problème relatif à la courbure des nappes (B) et (C) :

*On donne les axes de courbure* A′ *et* A″ *des deux lignes de courbure de* (S), *qui passent au point a, et les plans des sections principales de* (B) *et de* (C) : *on demande de construire les centres de courbure principaux de* (B) *et de* (C).

» A′ et A″ sont deux droites de notre paraboloïde, le plan directeur de cette surface étant perpendiculaire à A, nous pouvons déterminer tout ce qui est relatif à ce paraboloïde. Les points où les plans des sections principales touchent cette surface sont les centres de courbure cherchés. Construisons ces points : appelons toujours *d′* le point de rencontre de C avec le plan d'une des sections principales de (B). On mène de *d′* un plan parallèle

au plan déterminé par A′ et A″ : ce plan coupe B au centre de courbure *d*. On répète une construction analogue pour les autres centres de courbure.

» On résoudra de la même manière les problèmes suivants :

» 1° *On donne les centres de courbure principaux de* (B) *et les plans des sections principales de* (B) *et de* (C) : *on demande les centres de courbure principaux de* (C) *et les axes de courbure* A′ *et* A″.

» 2° *On donne les normales* D *et* G : *on demande les centres de courbure principaux* e *et* h, *ainsi que* A′ *et* A″.

» La connaissance des normales D et G suffit pour la détermination de tous les éléments relatifs à la courbure des nappes (B) et (C). Puisque D rencontre à angle droit la normale B, deux conditions seulement suffisent pour déterminer cette droite ; de même pour G.

» On voit donc que *quatre conditions suffisent pour déterminer ce qui est relatif à la courbure des nappes* (B) *et* (C).

» Je montrerai plus tard l'application de ces résultats à l'étude du contact de deux surfaces autour d'un point, lorsque ce contact est du troisième ordre. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des lames élastiques vibrantes comme moyen de propulsion.* Réponse de **M. de Tastes** à une Note récente de M. *Ciotti*, présentée par M. Serret.

« M. de Tastes, en réponse à la Note de M. Ciotti insérée dans le *Compte rendu* du 15 janvier, se borne à affirmer qu'il n'a été fait à Tours aucune expérience relative au propulseur à lame élastique, autre que les siennes, exécutées sur un petit modèle, et que le bateau construit aux frais de M. Ciotti n'est qu'une reproduction du dispositif que lui-même a fait connaître à M. Ciotti. C'est ce que peuvent affirmer plusieurs personnes notables de Tours, qui sont au courant de la question. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température de la surface solaire.* Réponse au *R. P. Secchi*, par **M. E. Vicaire**.

» Le R. P. Secchi conteste le résultat auquel j'ai été conduit en prenant la loi de Dulong et Petit comme point de départ dans l'étude du rayonnement solaire : « Cette loi, dit-il, ne peut être admise que lorsque le corps garde l'état solide ou liquide. »

» Assurément je n'ai jamais prétendu que cette loi dût être appliquée rigoureusement au cas qui nous occupe et je n'ai jamais dit, comme on

pourrait le croire d'après la Note du P. Secchi, que la température du Soleil fût celle de 1398 degrés à laquelle conduit l'application sommaire de cette loi. Mon raisonnement pourrait se réduire à ceci : c'est que tous les faits connus, et notamment les expériences de Dulong et Petit, montrent que la radiation s'accroît par l'élévation de la température avec une rapidité que l'on soupçonnerait difficilement *à priori*, et que, par conséquent, en admettant la proportionnalité, on est conduit à des résultats extrêmement exagérés. Les faits cités par plusieurs membres de l'Académie à propos de ma Note et la Communication plus récente de M. H. Sainte-Claire Deville confirment pleinement ma conclusion; je pense que les remarques du P. Secchi ne la détruisent pas.

» Je pourrais me borner à dire que si l'on devait s'en tenir strictement à appliquer les lois physiques dans les conditions pour lesquelles elles ont été établies, il faudrait simplement mettre de côté la question de la température solaire, et que la loi de Newton, plus que toute autre, mériterait le nom de loi arbitraire. Mais je pense pouvoir fournir une réponse plus complète au moyen de quelques considérations sur l'interprétation physique de la loi de Dulong et Petit, considérations que j'aurais désiré approfondir davantage avant de les soumettre à l'Académie, mais qui me paraissent de nature à éclairer utilement la question présente.

» Si l'on cherche, avec nos idées actuelles sur la chaleur, à se rendre compte de la manière dont s'effectue le rayonnement, la loi de Dulong et Petit paraît d'abord complétement invraisemblable et celle de Newton presque nécessaire. Comment ne pas penser, en effet, que l'intensité des vibrations transmises à l'éther est proportionnelle à celle des vibrations des molécules motrices, c'est-à-dire à leur température? Cela paraît aussi naturel pour les corps solides ou liquides que pour les corps gazeux, et je ne saisis pas la raison de la différence que le P. Secchi établit entre ces divers états.

» D'autre part, quand on réfléchit à l'intime analogie qui existe entre les phénomènes de rayonnement et ceux d'absorption, l'expression exponentielle qui représente la loi du rayonnement d'après Dulong et Petit rappelle à l'esprit l'expression de même forme qui représente l'intensité d'un rayon après qu'il a traversé un milieu absorbant. Seulement, dans la première, c'est la température qui est en exposant; dans la seconde, c'est l'épaisseur du milieu absorbant. La température ne serait-elle pas là, dans la première formule, pour représenter aussi une épaisseur, celle de la couche superficielle qui contribue au rayonnement de la couche qu'on peut appeler efficace?

La loi de Dulong et Petit résulterait ainsi de ce que cette épaisseur augmente avec la température.

» C'est un fait bien connu que le rayonnement n'est pas un phénomène purement superficiel, qu'il émane d'une couche d'épaisseur sensible, et, comme preuve que cette épaisseur augmente avec la température, je suis heureux de pouvoir citer la belle observation du P. Secchi sur la transparence du fer incandescent.

» D'après cet aperçu, la loi de Newton serait, on le voit, la loi du rayonnement élémentaire, celle de Dulong et Petit donnerait le rayonnement total des corps d'épaisseur indéfinie, et en particulier des corps athermanes d'épaisseur notable, comme ceux sur lesquels ces physiciens ont opéré. Pour les corps plus ou moins diathermanes d'épaisseur limitée, on aurait des lois intermédiaires.

» Pour ces derniers corps, du reste, M. Balfour Stewart a constaté que le rayonnement, comme on devait s'y attendre, dépend de l'épaisseur. Il en résulte presque forcément que la relation qui lie le rayonnement et la température varie avec l'épaisseur. Je pense qu'on trouverait un résultat d'autant plus rapproché de la loi de Newton qu'on opérerait sur une épaisseur moindre, et d'autant plus rapprochée de celle de Dulong et Petit que l'épaisseur serait plus grande.

» Si ces considérations sont justes, la loi du rayonnement dépendrait de l'épaisseur et non de l'état physique des corps. Je ne connais, pour ma part, aucun fait qui justifie la distinction établie par le P. Secchi entre les corps gazeux et les autres, pourvu, bien entendu, que pour les premières, on compense la faiblesse du pouvoir émissif ou absorbant par une épaisseur convenable.

» Or, pour le Soleil, si l'on admet, avec M. Faye et avec le P. Secchi, que la masse intérieure est au moins aussi chaude que la surface, nul doute qu'on ne soit dans le cas d'une épaisseur indéfinie, surtout après les expériences de M. Frankland sur le pouvoir éclairant des gaz comprimés. La loi de Newton ne serait donc nullement applicable.

» Mais si l'on revient à l'hypothèse du noyau obscur, et je demanderai prochainement à l'Académie la permission de lui exposer les raisons qui me portent à le faire, la théorie que je viens d'esquisser nous explique pourquoi le Soleil, s'il émet incomparablement plus de chaleur que ne l'indiquerait la loi de Newton, en émet cependant moins que ne l'exigerait la loi de Dulong et Petit. C'est que la couche rayonnante se compose de deux parties : les granulations lumineuses et le milieu relativement obscur dans

lequel elles flottent. Ces dernières parties, peu épaisses, eu égard à leur pouvoir émissif, rayonneraient, suivant la loi de Newton, une quantité très-faible de chaleur; les granulations, au contraire, se comportant comme des corps d'épaisseur indéfinie ou au moins très-grande, suivraient à peu près la loi de Dulong et Petit.

» Je répondrai maintenant en quelques mots aux autres objections du P. Secchi.

» Le raisonnement fondé sur la structure de la photosphère ne m'atteint pas, puisque j'attribue au Soleil une température bien supérieure au point de fusion du platine. Du reste, il ne me paraît pas exact. Pourquoi ces « vapeurs métalliques à l'état de brouillard » seraient-elles à une température supérieure au point de fusion des métaux correspondants? L'eau, quand il neige, est-elle, dans notre atmosphère, au-dessus de son point de fusion? L'oxyde de zinc et l'oxyde de magnésium sont-ils en fusion dans la flamme de ces métaux?

» En ce qui concerne le fer en vapeur, je répondrai qu'en effet on ne le voit pas dans le foyer d'une locomotive, mais on l'y verrait sans doute, si l'on y projetait une certaine quantité du chlorure de ce métal. Du reste, le P. Secchi me fournit un argument péremptoire, en citant le convertisseur Bessemer. Il n'y a rien de mystérieux dans la température de cet appareil; elle est certainement tout à fait *terrestre*. Il y a plusieurs années déjà, en essayant de recueillir les gaz qui s'en dégagent, j'ai constaté que l'extrémité recourbée d'un canon de fusil peut séjourner pendant plusieurs minutes dans le col du convertisseur, sans être, même de loin, en danger de fondre, et il suffit d'avoir vu couler l'acier qui en sort pour être bien convaincu qu'il est à une température inférieure à celle du chalumeau oxhydrique. En tout cas, le P. Secchi ne pense certainement pas que cette température doive se chiffrer par millions de degrés.

» Quant au refroidissement qui, suivant le P. Secchi, aurait dû se manifester dans le Soleil, il suppose que cet astre est purement un corps chaud qui se refroidit sans compensation. Il n'est pas permis, je pense, de faire argument d'une hypothèse aussi contestable.

» Enfin, le P. Secchi trouve une confirmation de ses idées dans les expériences de MM. Fizeau et Foucault sur le rayonnement de la chaux dans la lumière de Drummond. Mais bien loin qu'il faille tripler, comme il le fait, le nombre auquel on est conduit par la proportionnalité, il faut, au contraire, le réduire considérablement, car le mode de comparaison fondé sur la mesure des rayons chimiques est évidemment défavorable aux

corps les moins chauds, qui n'émettent pas ou presque pas de rayons de cette espèce. C'est ainsi qu'en appliquant le même procédé pour déterminer la température de la chaux de Drummond par comparaison avec un corps à quatre cents degrés ou même davantage, on trouverait pour cette chaux une température infinie (1).

» J'ajouterai encore une réflexion. Quelle que soit la loi réelle, la proportionnalité conduira évidemment à des résultats d'autant moins erronés que les termes à comparer seront plus rapprochés l'un de l'autre. Or, en prenant pour terme de comparaison un thermomètre à la température ordinaire, la proportionnalité donne, pour le Soleil, des millions de degrés; si l'on part d'un foyer de locomotive, on ne trouve plus que 120000 degrés au maximum; si l'on prend les charbons de l'arc voltaïque, on en revient à quelques milliers de degrés. Ne faut-il pas conclure de là qu'en prenant son terme de comparaison tant soit peu plus haut on le trouverait égal à la température même du Soleil? »

PHYSIQUE. — *Sur les raies d'absorption produites dans le spectre par les solutions des acides hypoazotique, hypochlorique et chloreux.* Note de **M. D. Gernez**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» Lorsque l'on fait passer à travers certaines substances gazeuses les rayons émis par une source de lumière qui donne, au sortir d'un prisme, un spectre continu, on constate l'absorption de rayons de réfrangibilité différente, manifestée par des raies obscures qui sillonnent le spectre. Cette propriété remarquable a été découverte, en 1832, par Brewster, qui l'observa sur un des corps où elle présente le plus d'éclat, la vapeur d'acide hypoazotique. Les tentatives faites par Brewster, W.-H. Miller et Daniell, W.-A. Miller et autres, pour mettre en évidence la même propriété avec l'acide hypoazotique liquide, furent infructueuses; M. Kundt, plus heureux, annonça (2) que le liquide donne un spectre d'absorption, ayant, suivant les circonstances, trois ou cinq bandes sombres, mal limitées, mais dont la position moyenne coïncide avec des raies du spectre d'absorption de la va-

---

(1) Dans les expériences de MM. Fizeau et Foucault, la puissance actinique de la chaux a varié de 6,85 à 0,54, suivant la rapidité avec laquelle affluaient les gaz du chalumeau. Faudrait-il en conclure que la température a varié dans le même rapport? Pourtant l'application de la proportionnalité serait ici plus légitime que dans aucun autre cas.

(2) *Poggendorff's Annalen*, t. CXLI, p. 157; Octobre 1870.

peur. Les essais entrepris par M. Kundt sur d'autres liquides ou dissolutions n'ont pas été couronnés de succès.

» L'étude attentive du spectre d'absorption de l'acide hypoazotique liquide m'a fait reconnaître que les seules bandes visibles coïncident avec les raies les plus sombres produites par la vapeur ou plutôt avec les variations d'éclairement les plus prononcées; ainsi, à l'endroit où deux raies très-foncées se montrent dans le spectre de la vapeur, on aperçoit à travers le liquide un maximum de lumière correspondant à l'intervalle des deux raies, ce qui peut, par un effet de contraste, produire l'illusion de raies brillantes. Du reste, ces bandes sont peu nombreuses, car elles ne se montrent, à la température ordinaire, que dans la région du spectre qui n'est pas entièrement absorbée par la coloration rouge intense du liquide, c'est-à-dire depuis le rouge jusque dans le vert; mais on constate facilement, qu'à basse température, le liquide très-peu coloré laisse passer les rayons verts et une partie des rayons bleus, et l'on observe alors un plus grand nombre de raies dont on peut vérifier la coïncidence avec les raies les plus saillantes du spectre de la vapeur.

» Cette circonstance m'a conduit à essayer de diluer l'acide hypoazotique pour obtenir un liquide qui ne fût que peu coloré à la température ordinaire et qui laissât passer toutes les couleurs du spectre, et à chercher leur action sur la lumière, malgré l'insuccès des expériences tentées à diverses époques sur les dissolutions des substances telles que l'iode et le brome qui, à l'état de vapeur, donnent un spectre d'absorption. J'ai reconnu que l'acide hypoazotique se dissout à la température ordinaire, sans altération, dans la benzine, la nitrobenzine, le sulfure de carbone, le chloroforme, etc. La seule condition à réaliser pour éviter les décompositions réciproques et obtenir des dissolutions limpides consiste à opérer sur de l'acide hypoazotique privé d'eau et des liquides anhydres. Toutes ces dissolutions présentent les mêmes raies que l'acide hypoazotique liquide, mais on en distingue un plus grand nombre si la dissolution, convenablement étendue, n'absorbe totalement que la région violette du spectre, et les raies que l'on observe, tout en restant moins distinctes que celles du spectre d'absorption de la vapeur, forment un système qui s'en rapproche davantage, à mesure que l'on opère sur un liquide plus transparent et avec une source lumineuse plus intense, telle que la lumière de Drummond.

» Il n'en est pas de même d'autres dissolutions dont la coloration est souvent attribuée à la présence de l'acide hypoazotique, celles que l'on

obtient, par exemple, en faisant passer du bioxyde d'azote dans de l'acide azotique plus ou moins étendu : aucune d'elles ne produit de bandes d'absorption. L'acide azotique monohydraté, seul ou mélangé avec de l'acide hypoazotique pur, n'en donne pas non plus, même lorsqu'il contient le tiers de son poids d'acide hypoazotique liquide. De là cette conséquence que l'acide hypoazotique ne se trouverait pas dans ces liquides à l'état de dissolution; mais la combinaison formée est peu stable, car le sulfure de carbone versé dans le mélange enlève de l'acide hypoazotique et donne les bandes d'absorption caractéristiques de cette substance.

» Le spectre d'absorption de l'acide hypochlorique gazeux diffère notablement de celui de l'acide hypoazotique : au lieu de présenter des raies très-sombres dans toutes les régions du spectre, il n'a de raies intenses que dans le bleu et le violet; il en résulte que, si cet acide liquide ou ses dissolutions un peu colorées se comportent comme l'acide hypoazotique, elles ne pourront présenter de raies d'absorption, car les seules régions du spectre qu'elles n'arrêteront pas totalement seront les parties les moins réfrangibles, dans lesquelles le spectre d'absorption du gaz ne présente aucune raie; mais, si l'on opère sur des dissolutions très-étendues, en faisant arriver seulement quelques bulles de gaz dans le liquide qui se colore à peine, on pourra observer les raies d'absorption dans le bleu et le violet : la dissolution dans le chloroforme se prête très-bien à cette expérience.

» Les mêmes considérations s'appliquent à l'acide chloreux, dont la vapeur donne un spectre d'absorption où l'on ne distingue de raies saillantes que dans le bleu et le violet. Si l'on fait usage de dissolutions très-colorées, comme l'avait fait M. W.-A. Miller, on constate que le spectre est totalement absorbé jusqu'au vert, tandis que des dissolutions très-étendues permettent de reconnaître l'existence de bandes d'absorption.

» On voit, par ces deux exemples, que l'étude des dissolutions très-étendues de liquides colorés peut permettre de constater l'existence du spectre d'absorption de ces liquides qui ne se prêteraient pas directement à l'expérience.

» De plus, le spectre des dissolutions est formé des raies les plus saillantes que présente la substance réduite en vapeur. Si ce fait est général, on ne devra observer de raies, dans les dissolutions des corps qui en donnent à l'état de vapeur, que dans le cas où ce spectre présentera des raies très-prononcées séparant des intervalles lumineux assez intenses. Cette circonstance ne se présente ni pour le brome ni pour l'iode dont les vapeurs ont des spectres à raies très-nombreuses, très-fines, entre lesquelles l'intensité

lumineuse varie d'une manière continue : de là l'insuccès des tentatives faites pour manifester l'existence de raies d'absorption dans les dissolutions de ces substances. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude morphologique des diverses espèces de levûres alcooliques; par M. le* **Dr Engel**, *agrégé à la Faculté de Médecine de Strasbourg.* (Extrait d'une Lettre à M. Pasteur.)

« Depuis plus d'un an, je m'occupe d'une étude morphologique des diverses espèces de ferments alcooliques, et je viens vous solliciter de m'accorder la permission de vous la dédier. L'opuscule sera achevé dans cinq ou six semaines environ. Nous sommes malheureusement privés actuellement de presque toute communication scientifique avec Paris. On s'est emparé de notre bibliothèque académique, et par conséquent des journaux scientifiques : c'est donc par un journal politique, *le Temps,* que j'ai connu la discussion récente de l'Académie au sujet de la fermentation. Les résultats auxquels je suis arrivé par mes études pourraient peut-être avoir un certain poids dans la question, si la discussion devait être reprise.

» Voici quels sont, en abrégé, ces résultats :

» 1° J'ai eu le bonheur de trouver une méthode rapide, facile et certaine de faire *fructifier* les ferments alcooliques. Il en résulte que les ferments alcooliques constituent *deux genres* botaniques très-caractérisés, dont je donnerai la diagnose plus bas.

» 2° J'ai examiné, pendant l'année dernière, à peu près toutes les espèces de fruits que j'ai pu me procurer (au nombre de plus de vingt espèces ou variétés), et j'en ai étudié les ferments. Il résulte de cette étude que les ferments de fruits sont au nombre de *quatre* bien étudiés et de deux douteux ou imparfaitement observés. Ces ferments se trouvent presque toujours à la surface des fruits, et alors ils y restent à l'état de vie latente, sans se développer et sans végéter. Lorsque, au contraire, l'épiderme se fissure ou que la queue du fruit commence à se détacher, le ferment, ou ses *spores,* se met en contact avec le jus sucré du fruit; alors le ferment végète et se reproduit, mais toujours sous la *forme de ferment, jamais sous celle de moisissure.* La fermentation alcoolique existe dans la nature, quoiqu'on l'ait nié. Tant qu'une cerise Montmorency (pour citer un exemple) est intacte, elle a une saveur particulière; lorsque la queue commence à s'en détacher ou que l'épiderme se fissure, la cerise non-seulement change de couleur, mais elle prend aussi un goût vineux, et son suc présente déjà

un grand nombre de cellules de ferment. Peut-on admettre que les cellules du fruit produisent les ferments? Il faudrait accepter alors que les cellules de l'épicarpe et celles du sarcocarpe, si différentes de nature, produisent les mêmes espèces de ferments, puisqu'on trouve ces mêmes espèces à la surface et à l'intérieur du fruit. Les quatre espèces de ferments se trouvent sur toutes les espèces de fruits examinés par moi; il en résulterait que les cellules de fruits de familles si diverses (Grossulariées, Rosacées, Fragariées, Pomacées, Amygdalées, Vitifères, Morées, Vacciniées, etc.) seraient capables de produire les mêmes genres et les mêmes espèces de ferment, et les quatre à la fois, car elles sont rarement isolées sur ou dans le même fruit.

» 3° La différence qui existe entre la fermentation ordinaire du pain et celle qui est produite par la levûre de bière m'a fait soupçonner que le ferment panaire est une espèce différente de la levûre de bière, et l'examen morphologique a prouvé la justesse de ma prévision.

» 4° Jamais je ne suis parvenu à faire germer les spores des ferments sur des substances végétales qui ne contiennent que peu ou pas de sucre; mais dès qu'elles sont en contact avec des liquides sucrés, elles germent en reproduisant le ferment. (Je me sers du mot *spores*, car ce mot indique la véritable nature des corps reproducteurs, tandis que le terme de *germe* est trop général et trop vague.)

» 5° Les ferments alcooliques constituent, comme je l'ai déjà dit, deux genres :

» Le premier, *Saccharomyces*, Meyen, est caractérisé de la façon suivante par Rees :

« Ascomycetes simples sans véritable mycélium ; organes végétatifs com-
» posés de cellules, nées par bourgeonnement et reproduisant des bour-
» geons qui se séparent tôt ou tard de la cellule mère et peuvent se repro-
» duire de la même façon. Une partie de ces cellules, nées par bourgeon-
» nement, se transforme immédiatement en asques (thèques) produisant
» des spores. Spores unicellulaires, au nombre de 1-4 dans chaque thèque.
» Les spores, en germant, produisent directement des bourgeons végétatifs
» semblables à ceux du ferment. »

» Voici un croquis de ces thèques et des spores qu'elles contiennent (*fig.* 1, 2 et 3) :

» Les espèces de ce genre sont :

1° *Saccharomyces cerevisiæ*, Meyen;
2° *Saccharomyces minor* (mihi, nouvelle espèce; ferment du pain);
3° *Saccharomyces ellipticus* (ferment du vin de Pasteur);

4° *Saccharomyces Pastorianus* (variété du ferment du vin de Pasteur, *fig.* 7, *Traité du vin*. C'est une espèce bien caractérisée);
5° *Saccharomyces exiguus;*
6° *Saccharomyces conglomeratus;*
7° *Saccharomyces mycoderma* (fleur du vin ou de la bière).

» Le second genre, que je propose de nommer *carpozyma*, ne renferme qu'une seule espèce, que l'on rencontre sur tous les fruits. *Kützing* l'avait nommé *Cryptococcus vini*, et Rees, avec doute, *Saccharomyces apiculatus*. Personne jusqu'ici n'était parvenu à le faire fructifier.

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

» Caractéristique : *organes végétatifs* composés de cellules ellipsoïdales terminées à leur grand axe par deux mamelons qui leur donnent l'aspect d'un citron (*fig.* 4); les cellules filles naissent aux apicules; elles sont d'abord sphériques, et leur axe se trouve dans la même direction que celui de la cellule mère (*fig.* 5). Plus tard, elles deviennent ovales et leur axe fait un angle droit avec celui de la cellule mère (*fig.* 6); les cellules filles se détachent alors et les apicules se forment.

» *Fructification.* — Il se forme d'abord un petit amas de protoplasma brillant à l'extrémité d'une cellule près de l'apicule; cet amas grossit, devient sphérique et gagne le centre de la cellule (*fig.* 7 et 8), où il se revêt d'une membrane; les parois de la cellule s'épaississent alors, la sphère interne s'agrandit, bientôt la cellule perd ses apicules et devient sphérique (*fig.* 9 et 10). La membrane extérieure (périsporange), composée de couches de nature différente, se détache en plusieurs fois; il se forme dans la sphère interne une multitude de granules très-petits (spores); mais ce développement a lieu très-lentement (trois à quatre mois). J'ai eu de ces sporanges qui ont été congelés cet hiver (12-15 degrés), pendant près de quinze jours, et qui n'ont point perdu leur vitalité.

» Ainsi, tandis que, pour la fructification, le genre saccharomyces se rapproche de l'*Exoascus*, le genre *Carpozyma* serait le second exemple d'une fructification analogue à celle des *Protomyces*.

» La seule espèce de ce genre est le *Carpozyma apiculatum*. »

NAVIGATION. — *Réponse aux objections faites par M.* Ledieu, *à l'emploi du gyroscope marin;* par **M. E. Dubois.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« En réponse à la Note de M. Ledieu, insérée au *Compte rendu* du 29 janvier, p. 313, je m'empresse de faire connaître à l'Académie que des expériences que nous venons de faire, dans UN CANOT du *Bougainville*, en rade de Brest, nous ont démontré que la *triple suspension à la Cardan* que porte l'instrument lui donnera à bord d'un navire, *même par mauvais temps*, toute la stabilité désirable; nous avons pu aussi, à l'aide d'une alidade très-légère, *fixée sur l'aiguille du gyroscope*, en relevant un point très-éloigné de la côte, nous assurer de l'invariabilité presque absolue du plan de rotation. Je dis presque absolue, parce que, eu égard aux besoins de la navigation, nous pouvons, pour les *trois ou quatre minutes que dure le changement de cap du bâtiment*, négliger l'influence, sur la position relative du plan de rotation, du mouvement de rotation de la Terre. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations relatives aux expériences communiquées récemment par M.* A. Pöey, *concernant l'influence de la lumière violette sur la végétation.* Extrait d'une Lettre de **M. Baudrimont** à M. le Président.

« L'Académie a reçu, le 20 novembre 1871, une Lettre de M. Pöey, d'où il semblerait résulter que la lumière solaire, transmise par des verres violets, serait favorable à la végétation et à l'accroissement des animaux. J'ai, depuis l'année 1858, fait des expériences du même ordre sur des végétaux appartenant à diverses familles, et j'ai obtenu des résultats tout à fait inverses de ceux qui sont annoncés par M. Pöey.

» Les végétaux ont été placés dans de petites serres, où la lumière ne pouvait pénétrer qu'après avoir traversé des verres présentant une couleur spéciale pour chacune d'elles : ces couleurs étaient le rouge monochromatique, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, le violet. Une serre, servant de terme de comparaison, était éclairée par de la lumière qui avait traversé du verre incolore, ou légèrement coloré en vert.

» Je puis affirmer que toutes les couleurs, sans exception, ont été défavorables à la végétation, et que nulle ne l'a plus été que la violette : toutes les plantes éclairées par cette couleur sont mortes les premières ; après le violet, la couleur la plus funeste a été le vert. Le bleu, situé entre les deux, au point de vue optique, n'a point donné d'aussi mauvais résultats.

» Il me semble, en outre, que la conséquence logique qui découle des expériences rapportées par M. Pöey, ne peut être que la lumière violette soit plus favorable à la végétation que les lumières possédant les autres couleurs du spectre; mais que la lumière complémentaire du violet est nuisible à la végétation, attendu que la lumière directe du Soleil contient certainement plus de lumière violette que celle qui a traversé des verres de couleur.

» Pour ce qui concerne les animaux, les expériences qui ont été faites ne sont point assez nombreuses pour qu'il soit possible d'en rien déduire de positif. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations relatives à une Communication de M.* Boussingault, *du 8 janvier dernier, sur une matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul.* Extrait d'une Lettre de **M. Harting.**

« Une observation récente me permet d'affirmer que la miellée est produite par un puceron, l'*Aphis tiliæ*, vivant à la face inférieure des feuilles du tilleul, et laissant tomber ses excréments liquides sur la surface des feuilles sous-jacentes.

» Le 23 juin 1858, l'air était chaud, calme, le ciel parfaitement pur, sans aucun nuage. J'étais dans mon jardin, à Utrecht, occupé à lire, lorsque je remarquai que de petites gouttes tombaient sur les pages du livre. J'observai qu'un essaim de petits insectes voltigeait au-dessus de ma tête, à quelques mètres de hauteur : quelques-uns tombaient, et j'y reconnus de suite des individus ailés de l'*Aphis tiliæ*, espèce qui couvrait aussi en quantité innombrable les feuilles d'un tilleul voisin et y avait déjà produit une abondante miellée.

» Je cherchai quelques plaques de verre, je les déposai à l'endroit où j'avais été assis, et, en moins d'une heure, j'avais recueilli une quantité suffisante des excréments sucrés de ces petits insectes pour un examen chimique qualitatif. Je priai M. Gunning, professeur à l'Athénée d'Amsterdam, de se charger de cet examen. Je m'attendais à recevoir de lui l'avis que la substance était presque entièrement composée de glucose. Ma surprise fut extrême, lorsqu'il m'annonça que la substance sucrée que je lui avais remise était, pour la majeure partie, composée de *sucre de canne*.

» J'ai publié ces faits, avec quelques détails de plus, dans deux articles sur la miellée, dans l'*Album der Naturer*, années 1858 et 1859. »

**M. Boussingault** répond : « L'opinion de M. Harting est généralement admise; mais les observations que j'ai faites sur la miellée du tilleul, au Liebfrauenberg, ne me permettent pas de supposer que la matière sucrée ait été sécrétée par les insectes; les pucerons, les abeilles n'ont apparu que quelques jours après l'exsudation.

» Dans la lettre de M. Harting, je remarque un fait assez curieux : les pucerons gorgés de la miellée, ayant été placés sur une lame de verre, les déjections rendues contenaient uniquement du sucre de canne. Or, la manne du Liebfrauenberg, comme la manne du Sinaï analysée par M. Berthelot, renferme, avec le sucre de canne, du sucre de fruit et de la dextrine. J'ajouterai que les feuilles des tilleuls sains contiennent de notables proportions de sucre de canne à peu près pur, dont l'origine ne saurait être attribuée aux insectes. »

**M. Le Verrier** donne, à cette occasion, communication d'une lettre qu'il a reçue de M. le commandant *Follie* et où se trouve le passage suivant :

« Le phénomène dont il est question se reproduit chaque année sous les tilleuls de la promenade de l'Esplanade, à Metz; dès le commencement de l'été, les feuilles de ces arbres laissent tomber des gouttelettes de matière sucrée. Les chaises destinées aux promeneurs en sont recouvertes, et les dames sont forcées de protéger leurs toilettes à l'aide d'ombrelles ou de parapluies. Les feuilles les plus basses sont atteintes les premières de la maladie, qui s'élève progressivement jusqu'à la cime de l'arbre. Ces feuilles deviennent brunes, se dessèchent et tombent successivement. Au commencement de l'automne, les arbres sont complétement dépouillés de verdure; lorsqu'il survient des pluies abondantes et d'assez bonne heure, quelques rameaux se couvrent d'une nouvelle verdure. La partie inférieure des feuilles est couverte de pucerons, qui apparaissent en même temps que la miellée se déclare. »

**Aurore boréale du 4 février.** — L'Académie a reçu encore, depuis la séance précédente, un certain nombre de Communications, adressées de diverses parties de la France, sur l'aurore boréale du 4 février. Nous extrayons de ces Communications les parties les plus essentielles, qui serviront à confirmer et à compléter les détails déjà signalés au précédent *Compte rendu*.

M. Vicaire, à Saint-Étienne (Loire).

« Je n'ai pu observer le phénomène qu'à partir de $8^h 25^m$ (environ $8^h 15^m$ de Paris). Jusqu'à la fin, il se composait de deux parties : de bandes rouges ou blanches traversant le ciel de l'est à l'ouest, et de rayons lumineux émanant d'un centre situé au-dessus d'Orion, dans le voisinage de l'Ecliptique et à peu près sur le méridien. Ce centre est resté sensiblement immobile dans l'espace, tandis que les étoiles s'avançaient vers l'ouest.

» Vers $8^h 25^m$, phénomène très-beau. Au nord, une bande rougeâtre à bords diffus, passant par Cassiopée, la Polaire, la Grande Ourse. Au-dessous, le ciel a une teinte gris terne, un aspect brumeux; une ou deux étoiles y apparaissent seules (l'horizon de Saint-Étienne est toujours un peu trouble de ce côté, mais, ce me semble, à une hauteur moins grande). Au sud, bande rouge analogue, mais plus large et plus intense, surtout vers l'ouest. Le ciel est très-limpide, les étoiles très-éclatantes. A ce moment, les rayons partant du centre indiqué sont très-prononcés et dirigés surtout de haut en bas, c'est-à-dire vers le sud, et latéralement vers l'ouest. En peu de minutes, ils changent notablement de position et d'intensité. Bientôt, la bande rouge du nord devient blanche, un peu rosée seulement au milieu; elle conserve cet aspect jusqu'à la fin de la première phase de l'aurore.

» Vers $8^h 45^m$, il n'y a plus que quelques longs rayons dirigés vers l'ouest. Peu à peu ces rayons disparaissent. Il ne reste plus au sud que la grande bande rouge, qui semble s'avancer un peu vers le nord. Vers $9^h 25^m$, cette bande passe par la partie supérieure du Lion, les Gémeaux, Orion, les Pléiades. Par moments, encore quelques rayons.

» Vers 10 heures, une deuxième phase commence. Des rayons blanchâtres émanent d'un point occupant toujours, par rapport à la Terre, à peu près la même position que dans la phase précédente. Mais les rayons se dirigent surtout vers le nord, l'est et l'ouest. La bande lumineuse du nord est devenue beaucoup plus prononcée, surtout vers l'est, où elle est limitée à son bord sud par une lueur blanche. En somme, le phénomène s'est évidemment transporté vers le nord. Un moment, la bande devient blanchâtre et, au contraire, les rayons qui la traversent sont rouges.

» Vers $10^h 30^m$, de grands *stratus* noirs se forment à l'horizon, surtout vers l'ouest; les rayons émanés du centre zénithal prennent une teinte rouge, surtout en se rapprochant de l'horizon.

» Vers $10^h 45^m$, le phénomène se réduit presque à une rougeur au nord; un instant après, deux rayons blancs descendent verticalement au-dessous de la Polaire.

» Vers $10^h 55^m$, le ciel se couvre presque entièrement au nord et à l'est, comme à l'ouest; la rougeur subsiste et semble se partager en deux grandes masses, l'une sous la Polaire, et l'autre plus à l'est. »

Le P. Jullien, à Saint-Étienne (Loire).

« Vers 6 heures du soir, à l'est, le ciel était éclairé d'une vive lueur rougeâtre, sur laquelle se projetaient des rayons blancs et rouge foncé, dirigés sensiblement vers le point que montre le pôle nord de la boussole d'inclinaison. Au nord, on avait de la peine à distinguer le segment du cercle obscur, bordé d'un arc blanc, qui est l'un des phénomènes les plus constants des aurores boréales : tout cela était vaguement dessiné. Vers le midi, les regards étaient frappés de l'éclat d'un petit nuage, peu élevé au-dessus de l'horizon; sa lumière était blanche ou légèrement bleuâtre, et transparente comme la lumière électrique, plus brillante que celle d'un léger nuage derrière lequel se cacherait la pleine lune. Ce nuage grandissait et s'allongeait vers une petite nuée, qui sortait de l'horizon à l'occident.

» Un peu plus tard, on vit apparaître un arc immense, embrassant au sud la moitié entière de l'horizon; il était aplati comme une demi-ellipse, à peine élevé de 25 à 30 degrés à son point culminant, qui paraissait situé dans le méridien magnétique; sa largeur était à peu près de 5 degrés, et sa lumière assez régulièrement distribuée; sa branche occidentale

était formée de nos deux petits nuages, qui s'étaient réunis. Au-dessus de ce grand arc, apparaissait un arc rouge et vaporeux, terminé aux deux mêmes points de l'horizon, et par conséquent moins aplati. Cet arc, d'abord faible, prenait plus d'intensité à mesure que l'arc blanc s'éteignait; ce dernier avait à peu près disparu vers 7 heures, laissant à sa place, dans une vague lueur, quelques rares cirrhus blanchâtres.

» Pendant ce temps, l'aurore boréale s'était mieux dessinée, son segment obscur paraissait agrandi; il occupait un tiers de l'horizon vers le nord, un peu incliné vers l'ouest, comme l'aiguille aimantée; l'arc blanchâtre qui l'entourait avait pris plus de clarté, mais il était loin d'atteindre l'éclat qu'avait eu auparavant le grand arc du sud. Les rayons dardés dans les hauteurs du ciel, à $6^h 45^m$, avaient leur point de convergence apparente situé entre Aldebaran et les Pléiades, plus proche de cette dernière constellation. Peu à peu, ils devinrent moins agités et moins nombreux. Nous vîmes un arc d'une lumière blanche, parfaitement égale et tranquille, qui partageait l'hémisphère céleste en deux parties égales, de l'est à l'ouest, en passant au zénith; sa largeur était d'environ 2 degrés.

» A $7^h 10^m$, le ciel présentait un aspect tout particulier : les rayons mobiles et convergents avaient disparu; de larges bandes lumineuses, terminées aux deux mêmes points de l'horizon, partageaient le ciel en fuseaux réguliers. Ces bandes, blanches ou rouges, présentaient, pour la plupart, une régularité parfaite, semblables à des rubans d'égale largeur, dont la teinte se fondrait légèrement sur les bords. Leurs extrémités se superposaient sans se rétrécir, et formaient, aux deux bouts du diamètre commun, comme deux foyers de lumière. Ce diamètre me parut sensiblement perpendiculaire au méridien magnétique.... »

M. P. Guyot, à Nancy.

« A $6^h 18^m$, vers les Pléiades, on observe un centre lumineux rouge, duquel s'échappent deux rayons d'au moins 25 degrés de largeur, et s'étendant l'un à l'ouest et l'autre à l'est. Du rayon de l'ouest s'échappaient des rayons d'une longueur d'environ 100 degrés et placés à angle droit sur le rayon rouge principal. Quant au rayon est, il se brisa bientôt en une quantité de nébulosités, d'un rouge beaucoup plus pâle que la nuance du rayon primitif; chaque mamelon était séparé des autres par une clarté blanc jaunâtre, éclairant vivement la ville.

» Vers $6^h 30^m$, du centre lumineux partent environ six rayons s'étendant vers le nord, dans un espace d'au moins 160 degrés; les rayons possèdent alors un mouvement tournant qui les fait aller vers le sud; mais un vent violent et des tourbillons de poussière se manifestent alors : aussi les rayons se coupent en plusieurs endroits et ne forment bientôt que des tronçons rougeâtres. A la même heure, un bolide éclatant traverse le ciel, des environs de $\delta$ de Cassiopée jusque vers Algol.

» Grâce au mouvement de rotation imprimé au phénomène, il descend vers le sud, qui se colore d'une manière très-nette vers 7 heures; autour d'un centre blanc éclatant était une couronne rouge, ayant une vingtaine de degrés de largeur; de celle-ci partaient trois rayons parallèles se dirigeant vers l'ouest, et qui restèrent dans le même état pendant vingt minutes, mais qui se brisèrent peu à peu pour donner naissance à des plaques rougeâtres, entourées d'une lueur verte, persistante jusqu'à $8^h 30^m$.

» A 9 heures, le ciel est presque uniformément coloré en rouge; mais, vers $9^h 45^m$, des éclaircies se forment, et deux rayons séparés par une ligne verdâtre d'au moins 10 degrés

prennent naissance et ne se modifient pas sensiblement pendant une demi-heure. A $10^h 30^m$, une nouvelle éclaircie se manifeste, une lueur blanche se forme près du zénith, la ligne verte pâlit et finit par devenir blanche. A 11 heures, on peut distinguer dans le ciel quatre rayons assez nets, mais ondulés et balancés comme s'ils étaient soumis à l'action de courants d'air qui se combattent. Vers $11^h 20^m$, la teinte devient uniformément rougeâtre, puis pâlit peu à peu, et finit par disparaître vers minuit. »

M. Foucart, à Valenciennes.

» A $6^h 45^m$ environ, le phénomène atteint sa plus grande intensité; on aperçoit, non loin du zénith, un peu au sud, un nuage noir, de forme à peu près circulaire, et de derrière ce nuage s'échappent, dans toutes les directions, des rayons lumineux, de couleur rouge et d'intensités différentes, formant comme une roue dont le nuage serait le moyeu. Les rayons les plus brillants et aussi les plus courts forment un large faisceau, dirigé vers le sud-est; d'autres, moins éclairés, mais d'une longueur beaucoup plus considérable, se dirigent vers le sud-ouest et y atteignent l'horizon; d'autres enfin, d'un éclat et d'une étendue beaucoup moindres, s'échappent dans tous les autres sens et complètent la roue. »

M. Vauthrin. — Théorie attribuant la production des aurores boréales à des nuages situés dans l'atmosphère à une grande distance, et réfléchissant les rayons du Soleil couchant, par une sorte de mirage.

M. Beaufils. — Note relative aux relations qui doivent exister entre les courants magnétiques, manifestés par la production des aurores boréales, et les variations qui peuvent se produire ultérieurement dans l'atmosphère.

**M. Ch. Sainte-Claire Deville** communique, à propos de l'aurore boréale, les documents suivants :

« Une Note de notre confrère, M. Naudin, dit que, le 1er février, vers 6 heures du matin, une violente bourrasque du sud tomba presque subitement sur Collioure et dura à peu près sans discontinuité jusqu'au 2, le ciel restant toujours clair. Le 2, à midi, le vent s'apaise, le ciel se couvre, et, le soir, commence une pluie diluvienne, qui a duré presque toute la journée du 3, a donné $61^{mm},9$ d'eau et a noyé toute la plaine entre Collioure et Perpignan.

» Le 4, temps superbe toute la journée, avec vent du sud modéré. Un peu après 6 heures commence l'aurore, par une large ceinture d'un rouge vif, s'étendant de l'est à l'ouest. Au nord, le ciel était d'un blanc blafard, légèrement verdâtre et sensiblement éclairant... Entre 7 et 8 heures, le spectacle devint saisissant. Il s'était alors formé, à 5 ou 6 degrés au sud du zénith (ou plutôt au sud-sud-est), comme un centre de rayonnement, d'où s'élançaient au sud, à l'est et à l'ouest, des bandes lumineuses (on en a compté une douzaine à la fois) dont plusieurs atteignaient l'horizon. On

ne pourrait mieux comparer le phénomène qu'à une réunion de comètes *sans tête*, dont les queues lumineuses auraient divergé d'un point central. A 11 heures, l'aurore était presque éteinte; toutefois, le ciel restait d'un blanc blafard et toujours un peu éclairant du côté du nord.

« Pendant la nuit, ajoute M. Naudin, le vent du sud, déjà fort pendant l'aurore boréale, s'est encore renforcé. Toute la matinée d'aujourd'hui (5 février), il a été d'une violence inouïe. Une porte de mon jardin a été enlevée de ses gonds, et un des gonds arraché du mur dans lequel il était scellé. Il est à remarquer qu'ici ces vents violents font peu de mal aux arbres du pays, même à ceux qui conservent leurs feuilles en hiver; ce qui tient à la résistance et à la souplesse particulières de leur bois. »

» Notre savant correspondant, M. Martins, donne sur l'aurore observée par lui à Montpellier des détails qui montrent que le phénomène a présenté sensiblement les mêmes phases qu'à Collioure. Après avoir cité le *segment obscur*, les taches lumineuses connues sous le nom de *plaques aurorales*, l'auteur décrit les *points radiants* qu'on a pu observer autour du zénith.

« Il ne faut pas confondre, dit-il, ces points radiants avec la couronne boréale qu'on voit dans les belles aurores du nord de l'Europe, et dont le centre est toujours dans le prolongement de l'aiguille d'inclinaison, c'est-à-dire dans l'hémisphère nord du ciel. »

» Cette aurore a présenté cette circonstance, remarquable pour la latitude de Montpellier (43° 36′ 48″), qu'elle dépassait considérablement le zénith vers le sud et occupait les trois quarts de l'horizon. Le quart obscur était dans la direction du sud-ouest.

M. J. Gay, à Nîmes.

« A 9 heures, un segment obscur s'est formé au nord, bientôt nettement limité par un arc blanc brillant, très-surbaissé, qui se confondait au-dessus avec l'illumination générale du ciel. La corde qui sous-tendait cet arc sur l'horizon pouvait mesurer 120 degrés environ; son sommet, très-peu élevé d'ailleurs, paraissait situé sur le méridien magnétique; quelques lueurs rouges diffuses flottaient au-dessus de l'arc. Ses deux extrémités s'appuyaient contre les deux grandes lueurs rouges qui se rejoignaient presque au zénith. (Un croquis permet de suivre la disposition du phénomène.) Je n'ai pas observé de couronnes vers le zénith. »

» D'après M. Cochet, directeur du télégraphe, à Nîmes, dès le 3 au soir, l'orage magnétique se manifestait par un accroissement d'intensité des courants fournis par les piles.

M. Combes, à Chambéry.

« Tandis que la coloration présente des teintes constantes dans la partie nord, la partie sud offre un tableau d'une mobilité merveilleuse. Des faisceaux blanchâtres, dont le pôle d'émission paraît bien au-dessous de l'horizon, s'élancent de l'est dans la direction d'Orion,

persistent un instant, puis se brisent, laissant çà et là comme des nuages moutonneux qui, avant de disparaître, se colorent en rouge incandescent, surtout sur leur face tournée vers l'est. Les façades des maisons semblaient éclairées par les lueurs d'un incendie lointain, et l'on distinguait nettement les sommets neigeux des montagnes qui entourent le bassin de Chambéry. De 8 à 9 heures, on a pu remarquer *à plusieurs reprises* une émission de rayons blanchâtres, partant d'un point situé un peu au-dessus d'Orion. Le centre de l'irradiation était obscur.

» A 9 heures, la région de l'est s'éteint, la bande lumineuse semble poussée vers le nord sous l'action d'un souffle. Le phénomène allait disparaître lorsqu'à 10 heures la partie nord-ouest et nord de l'horizon, qui jusque-là était restée dans l'ombre, se colore à son tour et présente alors dans la direction du pôle magnétique un arc bien défini, d'où s'élancent des rayons blanchâtres qui s'éteignent rapidement. A $11^h 30^m$ tout avait disparu. »

M. L. Roy, à Lavoncourt.

« J'avais exactement devant moi le demi-cercle renversé, tantôt rose, tantôt d'un jaune vif; il s'élevait d'une manière très-sensible de mon côté, et, après avoir dépassé le zénith, poursuivait sa marche vers le sud, refoulant en quelque sorte la nuit, c'est-à-dire la partie du ciel restée obscure et où brillaient les étoiles.

» Bientôt un nouvel arc lumineux, présentant les mêmes aspects que le premier, apparut à la même place où celui-ci s'était formé et le suivit parallèlement vers le sud. D'autres se formèrent ainsi successivement et à peu près à un quart d'heure d'intervalle, en suivant la même marche. Vers $9^h 30^m$, la première ligne lumineuse étant arrivée à l'extrême limite de l'horizon, au sud, on pouvait compter sur le ciel jusqu'à cinq zones lumineuses, alternant avec autant de zones obscures semées d'étoiles, sans compter les premières, qui, en s'abaissant sur l'horizon, n'avaient plus que l'aspect de bandes blanches assez étroites. Au nord, au delà de l'espace où se formaient les arcs lumineux, on remarquait également de nombreuses bandes blanchâtres, en demi-cercles se rétrécissant de plus en plus vers le pôle.

» Une des particularités les plus surprenantes du phénomène, c'est la clarté remarquable qu'il répandait sur la terre, clarté comparable à celle que produit la pleine lune un peu voilée par des vapeurs. A huit heures, en me promenant dans mon jardin, j'aurais pu lire facilement un texte imprimé. »

M. Garneper, à Villeneuve.

« Un second phénomène, provenant probablement du premier, n'était pas moins intéressant à observer. L'atmosphère était pendant ce temps remplie d'une légère brume vers l'horizon. A un certain point, correspondant à environ une heure de Soleil, un noyau circulaire (que nous appelons ici vulgairement *Soleil sauvage*), de la dimension à peu près du Soleil se couchant dans les temps brumeux d'hiver, apparaissait distinctement, mais était de la couleur d'un blanc très-foncé vert-bleu. Différentes parties du ciel, dans les endroits sans nuages, offraient aussi cette couleur, mais cependant moins foncée, bleu-vert, et faisaient un frappant contraste avec la belle couleur rouge cerise du météore. Il faisait aussi clair pendant cette soirée que par un beau clair de lune. »

M. Bardy, à Saint-Dié.

« Le phénomène a atteint son maximum d'intensité de $6^h 30^m$ à 8 heures du soir. *L'aspect*

*du ciel changeait à chaque instant :* il était diapré d'une multitude de nuances, passant du pourpre au jaune clair et du vert d'eau au bleu le plus foncé. L'aurore s'étendait en ce moment du nord-est à l'ouest. De longues lignes blanches, semblables à des stratus, se dessinaient et s'allongeaient du côté du sud, suivant la direction nord-nord-est à sud-sud-ouest. Ces lignes devenaient lumineuses à une de leurs extrémités, s'étendaient, puis disparaissaient; d'autres fois, leurs deux extrémités blanchissaient à la fois et venaient se rejoindre, en produisant un spectacle des plus curieux. Au zénith, des pinceaux lumineux, d'un beau rouge, très-brillants, arqués suivant un mouvement de tourbillon, s'épanouissaient en éventail. »

M. A. Cheux, à La Baumette.

« $7^h 5^m$. — Une plaque aurorale assez vive se forma près de ξ de Persée, et de beaux rayons se dirigèrent vers l'est et le sud en passant sur Jupiter, Sirius et la constellation d'Orion. En ce moment l'horizon de l'est au sud-ouest se colora d'une lumière d'un blanc verdâtre très-vif, qui permit très-bien de lire comme en plein jour.

» $7^h 20^m$. — Des rayons blancs et rouges au nombre de six, d'environ 4 degrés à leur partie supérieure et de 30 degrés à leur partie inférieure, s'élancèrent presque du zénith vers l'ouest en offrant, à 5 degrés de l'horizon, l'aspect d'une brillante draperie violemment secouée.

» Pendant ce phénomène, beaucoup d'étoiles filantes sillonnèrent le ciel, et leur lumière ne sembla pas être affaiblie en passant derrière les rayons de l'aurore. »

» D'après M. Carlier, à Saint-Martin-de-Hinx, il y eut une suite de coups de vent pendant la nuit du 4, et le matin du 5, à $6^h 30^m$, le ciel s'illumina de nouveau à l'est, faiblement d'abord, puis graduellement, et il se manifesta une seconde et très-belle aurore boréale.

» M. Pralon, à Blois, après la description du phénomène, ajoute :

« Nous avons vu, quand 9 heures sonnaient, partir de l'extrémité du rayon lumineux nord-nord-ouest une étoile filante, qui s'est précipitée comme une fusée d'artifice vers le sol (1). »

» M. de Biseau d'Hauteville, à Entremont (Belgique), donne avec une grande exactitude la description de l'aurore, qui montre que la succession des apparences lumineuses a été la même en Belgique qu'à Paris. Les détails donnés dans le dernier *Compte rendu* sur les observations faites à Paris me dispensent donc d'en faire des citations, aussi bien que des Notes adressées par MM. Tarry et Blondin. J'ajouterai seulement que le récit de M. Tarry confirme la réapparition d'une seconde aurore, le 5 au matin, signalée plus haut par M. Carlier.

---

(1) La Note descriptive de l'aurore boréale dans le *Bulletin* de Montsouris, du 5 février, signale aussi, à $7^h 15^m$, dans l'ouest, un bolide très-éclatant, qui a laissé après lui une traînée lumineuse verdâtre.

» Toutes ces descriptions trouveront, d'ailleurs, une publicité plus complète dans un autre Recueil.

» Mais je voudrais appeler plus particulièrement l'attention de l'Académie sur la Communication de M. Silbermann, qui ne présente pas seulement la description de la brillante aurore dont nous avons été témoins, mais rappelle ses conclusions générales sur l'ensemble du phénomène, qui lui semblent avoir été confirmées par la dernière apparition. Pour ne point charger encore notre séance, déjà si remplie, je demande à l'Académie la permission de remettre cette Communication à lundi prochain. »

M. **Le Verrier** communique à l'Académie un grand nombre de documents concernant également l'aurore boréale du dimanche 4 février. Il en extrait les points les plus importants, relatifs à la situation du phénomène, à l'intensité et à la direction des courants, aux colorations, etc.

On verra en particulier que, dans la première Lettre, due à M. Lespiault, professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences de Bordeaux, un rayon unique et très-intense, partant, à $7^h 35^m$, de $\alpha$ d'Orion, est signalé. M. Lespiault fait remarquer que, si ce rayon a été observé ailleurs, il sera peut-être possible de déterminer plus exactement qu'on ne le sait aujourd'hui la hauteur atmosphérique des régions où se produit le phénomène. Pour faciliter ce travail, dans le cas où il serait possible, on a conservé avec soin tout ce qui se rapporte à la définition des rayons. Les observations sont dues à des personnes fort au courant du ciel.

M. Lespiault, à Bordeaux.

« L'aurore dépassait de beaucoup, pour l'éclat et la variété des phénomènes, les belles aurores du mois d'août 1859 et du mois d'octobre 1870.

» Dès 6 heures du soir, le ciel était empourpré sur une grande étendue, mais c'est entre $7^h 30^m$ et 9 heures que le phénomène s'est montré dans toute sa magnificence.

» Vers $7^h 35^m$ (heure de Bordeaux), un rayon d'un blanc argenté se formait rapidement sur le fond rouge du ciel et s'étendait graduellement sur une longueur de 15 degrés environ, depuis $\alpha$ d'Orion vers $\beta$ du Grand Chien. Ce rayon ressemblait absolument à une belle queue de comète qui aurait eu $\alpha$ d'Orion pour noyau et qui se serait étalée, sur une largeur de 1 ou 2 degrés, parallèlement à la diagonale $\gamma\alpha$ d'Orion. Au bout de trois ou quatre minutes, ce rayon se fondait insensiblement, et quelques instants plus tard il était remplacé par trois autres rayons lumineux paraissant émerger d'un point situé un peu au nord-est de $\alpha$ Orion.

» A $8^h 30^m$, le spectacle était dans toute sa beauté. De $\zeta$ du Taureau divergeaient quinze ou vingt rayons d'un blanc verdâtre, s'étalant en éventail vers le sud, couvrant presque entièrement toute la constellation d'Orion, et s'étendant d'un côté jusqu'au Petit Chien, de l'autre jusqu'à la Baleine. Par instant, la teinte rouge disparaissait graduellement sur toute la lon-

gueur des rayons; le ciel devenait rose, puis d'un blanc argenté, et sur ce nouveau fond persistaient les traces des rayons que nous venons de décrire. Ensuite la teinte rouge reparaissait avec une intensité nouvelle.

» Le service télégraphique a été longuement interrompu sur toutes les grandes lignes. A partir de $1^h 30^m$, les notes des employés accusaient, sur la ligne de Paris, l'inexpérience de leurs correspondants. On renonçait à recevoir ou à transmettre des dépêches. A 3 heures, des courants continus avaient envahi tous les fils dirigés du nord au sud, et à 10 heures du soir le service n'avait pas encore pu être repris. Les courants, alternativement positifs et négatifs, étaient assez intenses pour faire constamment tinter les sonnettes d'appel.

» Si, comme je n'en doute pas, cette aurore a été observée sur d'autres points, et si quelque personne connaissant le ciel a bien remarqué les traces des rayons lumineux au milieu des constellations, il sera peut-être possible de déterminer, plus exactement qu'on ne le sait aujourd'hui, la hauteur des régions atmosphériques où se produit le phénomène. Cela serait facile, si l'on avait remarqué ailleurs le rayon unique très-intense qui partait à $7^h 35^m$ de $\alpha$ d'Orion, et s'étendait parallèlement à la diagonale opposée d'Orion. »

M. Grellois, médecin principal à Devant-les-Ponts, près de Metz.

« A $5^h 45^m$ du soir (le soleil s'est couché à $5^h 1^m$), le thermomètre indiquant + 2 degrés, le baromètre 748 millimètres, le ciel présentait, dans toutes les directions et sur de grands espaces, de larges bandes horizontales, d'un gris sale et terne, contrastant avec les autres points du ciel restés purs et transparents. Sur tout l'hémisphère nord, ces bandes étaient moins distinctes que sur l'hémisphère opposé, et bientôt elles cessèrent d'être isolées. A l'est, peu au-dessus de l'horizon (plutôt est-nord-est), paraissait une masse nébuleuse d'un rose pâle, diffus, se fondant avec le fond gris des parties voisines et simulant le reflet des flammes sur la fumée d'un incendie. A l'ouest (plutôt ouest-sud-ouest), le ciel était illuminé d'une teinte semblable, plus prononcée, s'étendant plus largement sur l'horizon et dardant vers le zénith des rayons encore mal accentués. Bientôt ces lueurs partant de l'est prirent une plus grande intensité et lancèrent des rayons qui vinrent à la rencontre des rayons de l'ouest. Tout l'espace compris, par le nord, entre ces deux régions paraissait, dans les premiers instants du phénomène, sous l'aspect d'un segment gris sombre qu'adoucissait à peine une légère nuance rosée; plus tard ce segment s'illumina, ses rayons vinrent rejoindre les précédents, mais n'acquirent jamais le même éclat. L'ensemble de cette illumination, qui n'atteignait pas les étoiles de 4e grandeur, dépassait le zénith, occupant par conséquent plus d'un quart de la sphère. Les bandes est et ouest arrivèrent un instant au contact, formant un arc lumineux dont un bord irrégulier imitait une vaste draperie, suivant la comparaison faite déjà par plusieurs observateurs, tandis que l'autre bord touchait avec plus de netteté sur le fond du ciel obscur. Bientôt elles se séparèrent au niveau du zénith, et leurs rayons, se confondant avec ceux du segment intermédiaire, formaient une demi-couronne, qui eût été complète si le phénomène se fût étendu à la zone est-ouest par le sud.

» A 8 heures, le phénomène était dans tout son éclat, mais offrait une extrême mobilité. A 9 heures, il déclinait, pour reprendre une nouvelle intensité vers 10 heures. A 11 heures, il ne restait plus qu'une faible lueur, légèrement teintée de gris verdâtre ou rosé, qui semblait se dissiper en vapeurs légères. »

M. le commandant Follie, au Mans.

« On apercevait, vers 7 heures, trois bandes principales, formant entre elles des angles d'environ 65 degrés. Celle du milieu passait un peu à l'est de l'étoile polaire et près des deux dernières étoiles de la queue de la Grande Ourse. Les trois traînées lumineuses se rencontraient au delà du zénith. Vers $7^h 30^m$, l'espèce de nuage rose qui se dirigeait vers le nord semblait avoir suivi le mouvement de la Grande Ourse et s'élargissait à hauteur de ses dernières étoiles; les deux autres bandes se trouvaient dans le prolongement l'une de l'autre et passaient par les Pléiades. Un quatrième rayon se dirigeait vers le nord-ouest. L'aurore boréale était encore visible à $9^h 30^m$. »

M. Ducrocq, sous-intendant militaire, à Niort.

« A 6 heures, j'ai remarqué dans le ciel un fuseau lumineux rouge ayant une largeur d'environ le quart de la voûte céleste, orienté à peu près du nord-est au sud-ouest, ayant son maximum d'intensité au zénith, et devenant moins intense d'une façon régulière et continue jusqu'à environ 25 degrés au nord-est et au sud-est, hauteur à laquelle on cessait de rien voir.

» A 7 heures, on voyait distinctement trois rayons fort larges s'élever de l'horizon du nord-est, s'affaiblir et correspondre à trois rayons symétriques du sud-ouest, mais moins intenses.

» Vers 8 heures, toute lueur rouge avait cessé; mais le ciel est resté encore longtemps plus éclairé que d'habitude.

» J'ai surtout été frappé d'un fait qui n'est peut-être qu'une illusion, mais que je veux signaler. De 6 heures à $6^h 30^m$, il y avait sur Sirius (cette indication vous indiquera la hauteur) comme un nuage très-allongé, rejoignant l'origine de l'arc au nord-est et dépassant Sirius vers le sud d'une quantité égale à la moitié de la longueur qu'il avait vers le nord. La largeur était très-petite, trois ou quatre fois le diamètre de la pleine lune.

» Cette bande était tantôt éclairée en totalité, tantôt par parties, et toujours d'une teinte d'un jaune clair très-brillant; quand la lumière disparaissait, rien ne semblait indiquer qu'il y eût là un nuage.

» En était-ce un? ou bien était-ce un rayon lumineux de l'aurore boréale, qui serait resté toujours jaune ou sombre alors que tout le reste était rouge? »

M. Isid. Pierre, membre correspondant de l'Académie, à Caen.

« L'aurore, commencée peu après le coucher du soleil, était encore remarquable à minuit. Vers $9^h 30^m$, des rayonnements blancs s'en détachaient nettement jusqu'au delà du zénith, qu'ils dépassaient souvent de 15 à 20 degrés, en s'y entre-croisant. »

M. Tremeschini, ingénieur à Belleville-Paris.

« $5^h 56^m$, temps moyen de Paris. Une lueur rougeâtre s'étend sur tout le parcours de la zone zodiacale du ciel, de manière à dessiner avec une remarquable exactitude les limites de cette zone. Il m'est impossible de découvrir la moindre trace de lueur au nord ni en toute autre partie du ciel en dehors de cette zone.

» $6^h 10^m$. La bande lumineuse se brise vers les Pléiades, à l'est du méridien de Paris, et

prend un nouvel aspect. D'une bande toute unie qu'elle semblait auparavant, elle se divise, se sépare en faisceaux lumineux dont les extrémités sont reliées ensemble au point exact de la brisure, à l'est des Pléiades. Les extrémités opposées s'étendent comme un énorme éventail dans toutes les directions de l'hémisphère boréal. J'observe toutefois que, même dans cette nouvelle disposition d'épanouissement de la bande lumineuse, aucun rayon ne s'avance jusqu'à l'horizon septentrional ; tous les rayons s'arrêtent, au contraire, à une limite très-éloignée de cet horizon, tandis que, du côté est et ouest, l'horizon est littéralement inondé de lumière. A l'opposé de ce qui arrive ordinairement dans l'aurore boréale, e ne remarque dans les faisceaux lumineux aucune trace d'oscillation ni de vibration.

» $6^h 30^m$. Un magnifique bolide sillonne le ciel depuis $\delta$ de Cassiopée jusqu'à Algol, où il semble éclater.

» $9^h 8^m$. Le phénomène n'a pas cessé d'augmenter en intensité et en étendue. Je me trouve maintenant dans les conditions favorables pour préciser avec une certaine exactitude la position céleste occupée par le point radiant hypothétique, qui semble persister toujours à la même place par rapport à la Terre :

$9^h 8^m$, t. m. de Paris. Asc. dr. entre $6^h 50^m$ et $6^h 56^m$; décl. b. entre 21 et 25 degrés.

Par conséquent, depuis $6^h 10^m$, le point radiant a continué de se déplacer par rapport aux étoiles, mais il est resté immobile relativement à la Terre.

» $9^h 20^m$. Une demi-douzaine de petits nuages noirs passent au-dessous des stries rougeâtres, à l'ouest. Le phénomène semblerait donc avoir lieu dans des régions relativement assez élevées de l'atmosphère.

» $9^h 50^m$. L'éclat des rayons lumineux est tellement intense que je peux écrire sans le secours d'autre lumière; seulement la couleur de mon papier est rouge de feu. Un nouveau relevé de la position du point radiant hypothétique me donne :

$9^h 50^m$, t. m. de Paris. Asc. dr. entre $7^h 33^m$ et $7^h 37^m$; décl. b. entre 21 et 25 degrés.

» L'hémisphère sud est envahi à son tour par des faisceaux rouges et blancs splendides; Orion en est inondé.

» $9^h 55^m$. Un immense faisceau, composé de rayons blancs et rouges *en éventail*, apparaît dans la direction de la Grande Ourse, ayant, comme toujours, la partie reliée de l'éventail dans le sens du point radiant. La vibration des rayons est nulle.

» $10^h 26^m$. — La beauté du phénomène atteint son comble. Pour la première et la seule fois de la soirée, je constate des vibrations fréquentes et saccadées dans les faisceaux lumineux. D'autre part, le *point radiant hypothétique* se transforme à l'improviste en un *point radiant très-marqué, très-visible* et *bien déterminé;* en effet, au point du ciel correspondant à :

$10^h 26^m$, t. m. de Paris; asc. dr., $8^h 9^m$; décl. B., 23 degrés

apparaît tout à coup un éblouissant foyer de rayons blancs légèrement bleuâtres, de peu d'étendue, mais d'une intensité comparable à celle de la lumière électrique, et reliés par faisceaux disposés en forme de rosace, s'élançant dans tous les sens comme des traits oscillant et vibrant avec une vivacité extrême.

» Je compte d'une manière bien distincte six faisceaux de rayons, et j'estime la longueur *moyenne* des plus grands rayons à 30 minutes de degré au plus. Ce spectacle saisissant per-

siste pendant une minute et demie à peu près, avec des interruptions plus ou moins longues à la fin.

» A partir de $10^h 34^m$ le phénomène commence à diminuer graduellement jusqu'à minuit, où il reste à peine quelque faible trace de traînée rougeâtre mal définie sur le parcours de la zone zodiacale céleste.

*Nota.* — L'observateur trouve qu'un grand nombre des caractères observés ne sont pas applicables à l'aurore, et il se demande s'il serait absurde d'oser faire un rapprochement entre la disparition de l'appendice de la comète d'Encke et les étranges particularités du phénomène auquel il vient d'assister.

M. Tarry, inspecteur des finances, à Paris.

« L'aurore boréale du 4 février, qui a été visible en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique, a été accompagnée de forts courants magnétiques dirigés de l'est à l'ouest et réciproquement, qui ont été observés depuis l'Amérique jusqu'en Italie.

» Le chef du bureau télégraphique de la station de Rome a fait savoir au P. Secchi que les lignes avaient été dérangées à partir de $5^h 30^m$ de l'après-midi et que le maximum de la perturbation semblait se placer à $6^h 31^m$, temps de Rome, ou $5^h 50^m$, heure de Paris.

» A Brest, dont la différence de longitude avec Rome est de 16° 56', c'est à $5^h 56^m$ que ce maximum a été constaté par M. Sureau, directeur du bureau télégraphique, qui a continué les observations faites lors de l'aurore boréale du 9 novembre dernier (1). Voici les principaux faits qu'il a constatés. Pendant la durée de l'aurore boréale, toutes les lignes aboutissant à Brest ont été plus ou moins entravées par des courants magnétiques, mais c'est la ligne la plus longue, celle de Brest à Paris, qui a été le plus affectée; celle de Brest à Rennes, supportée par les mêmes poteaux, l'a été beaucoup moins.

» Le sens des courants était généralement de l'ouest à l'est, et les lignes perpendiculaires à cette direction ont éprouvé de bien moindres perturbations, qui se sont d'ailleurs fait sentir même sur les lignes les plus courtes.

» C'est à $2^h 32^m$ du soir (heure de Paris), le 4 février, que les courants continus, annonçant l'approche de l'aurore boréale, se sont manifestés pour la première fois sur le fil 273, allant de Brest à Paris; ils étaient d'abord faibles et intermittents; à $3^h 3^m$ le travail sur cette ligne a dû être arrêté complétement.

» Le fluide négatif faisait dévier plus fréquemment l'aiguille du galvanomètre, mais le fluide positif lui imprimait des oscillations plus énergiques, qui ont atteint jusqu'à 60 degrés de déviation, à $5^h 16^m$, $5^h 28^m$, $5^h 32^m$, $5^h 56^m$ et 6 heures.

» Le passage d'un courant à l'autre se faisait tantôt par décroissance régulière, rappelant les ondes magnétiques observées le 9 novembre, tantôt par sauts brusques. Ainsi, à $5^h 16^m$ l'aiguille du galvanomètre a brusquement sauté de $-30$ à $+60$ degrés; à $5^h 28^m$, de $-40$ à $+60$ degrés; à $5^h 34^m$, de $-40$ à $+50$ degrés.

» De $5^h 55^m$ à 6 heures du soir, au contraire, il y a eu deux ondes très-remarquables. La déviation s'est d'abord élevée progressivement de zéro à $+60$ degrés; à ce moment il y a eu

(1) *Comptes rendus*, séance du 20 novembre 1871.

adhérence très-forte de la palette de l'appareil pendant une minute, avec persistance de la déviation; puis l'aiguille est descendue graduellement à zéro et remontée de même à + 60 degrés, où elle s'est encore maintenue pendant une minute, et à 6 heures elle a sauté violemment de + 60 à — 60 degrés.

» On a reçu des appels de Paris à $6^h 01^m$, $6^h 15^m$, $6^h 45^m$, $7^h 35^m$; mais Paris ne recevait rien de Brest. A $7^h 20^m$, Paris ayant été appelé à un moment où la ligne était presque libre, il s'est produit un courant de retour comme dans l'isolement de la ligne.

» Pendant toute la durée de l'aurore, le câble transatlantique de Brest à Duxbury a été parcouru par de forts courants, sautant brusquement d'un sens à l'autre; les courants négatifs ont dominé comme dans les lignes aériennes; leur intensité, mesurée du côté de la France, a varié de 4 à 65 éléments Daniell. Les observations n'ont pu être faites par sir Andrews avec la régularité habituelle, parce que, depuis quinze jours, les instruments étaient sur la côte, au point d'atterrissement du câble; mais il a bien voulu, sur ma demande, télégraphier à ses correspondants de l'autre côté de l'Atlantique. Voici leurs réponses traduites en français, que je reçois ce matin.

» 1[er] *télégramme*. — Brest, de Duxbury (Amérique), 10 février. Dimanche dernier, » courants terrestres excessivement forts (*tremendously strong*); face du *recorder* tenue con- » stamment dans la même direction. Par moments, impossible de tenir le signal lumineux sur » l'échelle du miroir, avec des condensateurs dans le circuit.

» Magnifiques ondulations (cercles) rouge pourpre, aurore visible ici la nuit (entière).

» Les lignes américaines affectées à l'est, à l'ouest et au nord, mais pas au sud.

» *Signé :* BROWN, à Duxbury. »

» 2[e] *télégramme*. — Brest, de Saint-Pierre-Miquelon. Je ne puis donner détails sur » l'aurore, vu que, pendant toute sa durée, nous avons eu ici un terrible ouragan de neige » (*snowstorm*). J'ai mesuré que la force des courants terrestres allait jusqu'à représenter 90 élé- » ments (Minotto) sur les deux sections (de Brest à Saint-Pierre et de Saint-Pierre à Dux- » bury), dimanche vers 6 heures du soir.

» *Signé :* GOTT, à Saint-Pierre-Miquelon. »

» Pour l'intelligence du premier télégramme, il faut rappeler que le système des signaux que transmet le câble transatlantique est différent de ceux usités sur les lignes aériennes. Le mouvement d'oscillation de bas en haut de la *palette* des instruments français est remplacé par le mouvement d'oscillation de droite à gauche d'un petit miroir suspendu à un fil de soie sans torsion. A ce miroir qui réfléchit le rayon lumineux est appliqué un petit appareil spécial appelé *recorder*, qui permet de teinter les signaux.

» Dire que la face du *recorder* était tenue constamment dans la même direction revient à dire que la palette d'un appareil Hugues aurait été *adhérente* sous l'action d'un courant persistant.

» L'impossibilité de tenir le signal lumineux sur l'échelle du miroir qu'il dépassait correspond aux sauts brusques de l'aiguille du galvanomètre qui marquait dans les lignes aériennes des courants d'une très-forte intensité.

» Les données générales de Duxbury confirment celles de Brest, où les lignes au sud ont été à peine affectées, tandis que celles du nord l'étaient davantage, mais beaucoup moins que

celles de l'est. Il est donc bien établi que le véritable courant allait de l'ouest à l'est et réciproquement.

» Le mouvement d'intensité du courant à Duxbury (Amérique) a eu lieu vers 6 heures. C'est probablement l'heure de Londres, correspondant à 6h 10m, heure de Paris. »

M. Justin Landes, à Sarlat (Dordogne).

« Les phénomènes de l'aurore ont commencé à 6 heures.

» La voûte céleste s'éclaire progressivement. Tout le pays devient visible : je vois distinctement les maisons et les arbres de toutes les collines voisines. A 10h 35m, la lumière s'affaiblit peu à peu, finit par s'éteindre et le pays se retrouve dans une profonde nuit. »

M. Comte, à Albert (Somme).

« Je tiens à vous rendre compte des différentes phases d'un phénomène météorologique qui s'est produit dans des conditions extraordinaires. Il s'agit d'un orage magnétique que je ne puis qualifier d'*aurore boréale*, le principal foyer d'émission et le seul perceptible à nos yeux se trouvant pour ainsi dire dans une région zénithale, en un point opposé au nord.

» Je serais presque tenté de me servir de la dénomination d'*aurore zodiacale*, si je ne craignais de commettre un barbarisme scientifique.

» Vers 5h 15m du soir, un petit groupe isolé de nuages blanchâtres, situé dans la constellation du Taureau, attira mon attention par de brusques changements de formes, d'aspect, de nuances. Au blanc bleuâtre succédait la couleur rosée des nuages après le coucher du soleil; de rapides rayons remplaçaient les courbes aperçues d'abord. A 5h 50m, un énorme faisceau de rayons blancs et roses embrassait la voûte céleste comme un arc immense, descendant à l'ouest d'un côté et à l'est de l'autre, en entourant Jupiter.

» A 6 heures, le foyer avait les Pléiades pour centre.

» A 7h 30m, $\beta$ du Taureau marquait le centre de l'orage; le foyer était, à 7h 45m, d'un beau blanc, et il en émanait continuellement de magnifiques rayons bleus et roses. La région céleste du nord s'empourprait en même temps d'une belle teinte violacée. A 7h 50m, Sirius était enveloppé par l'aurore magnétique.

» A 8 heures, $\beta$ du Taureau redevenait le centre d'émission. A 8h 40m, le centre radiant était en $\mu$ des Gémeaux.

» A 10h 30m, le foyer d'action avait Jupiter pour centre. Les mêmes incidents se reproduisaient, et, jusqu'à minuit, ils ont présenté la même succession de figures, la même activité. »

M. Émile Gautier, à Genève.

« Pendant les quelques instants où j'ai contemplé l'aurore boréale du 4 février, à Gex, sur les pentes méridionales du Jura, elle a présenté des aspects très-divers, motivés en partie par les effets de brouillards, à la limite supérieure desquels je me trouvais et qui couvraient toute la plaine. Entre 7 heures et 7h 15m, l'apparence la plus curieuse a été celle d'un gigantesque spectre embrassant à peu près le quart du ciel visible, ayant ses nuances bien marquées dans le sens vertical : le rouge à gauche au nord-ouest entourant Véga, qui allait se coucher derrière la montagne. Le Grand Chariot était placé dans la région de l'orangé; les bandes du jaune et du vert étaient les plus lumineuses et s'étendaient entre la Grande

Ourse et les Gémeaux. Jupiter, plus à l'est, était dans le bleu avec Procyon, et un violet foncé, mais très-marqué, s'étendait du côté d'Orion, sans s'élever autant au-dessus de l'horizon. L'espace ainsi coloré embrassait au moins 100 degrés en distance azimutale et de 70 à 80 degrés en hauteur. »

M. Rousseau, sous-inspecteur des reboisements, à Carcassonne.

« A 6 heures du soir, une large bande rouge pourpre, se fondant par des teintes affaiblies sur les bords, occupait toute la courbure du ciel de l'ouest à l'est sur une largeur moyenne de 25 degrés. L'intensité de la couleur n'était pas la même partout, et une zone de ciel gris se montrait dans la direction de l'est, séparant le phénomène total en deux groupes, dont l'un, celui de l'ouest, avait une surface au moins deux fois plus grande que celui de l'est. J'ai observé jusqu'à minuit sans voir la fin de cet orage magnétique. J'ai remarqué pendant sa durée un mouvement général que je ne peux mieux désigner qu'en se figurant que le phénomène a tourné sur un axe placé au centre de sa longueur, de telle sorte que l'extrémité orientale s'est approchée du sud et l'autre s'est relevée vers le nord. Une boussole de poche que j'ai posée sur une cheminée de marbre a presque constamment donné des oscillations irrégulières.

» Le baromètre était à 752 millimètres. Il faisait un vent de sud-est très-fort, qui chassait rapidement de légers nuages; ce vent règne encore aujourd'hui dans le bas de l'atmosphère, mais le haut renferme des nuages qui vont de l'ouest à l'est. »

M. Schrader, à Bordeaux.

« Je vous adresse deux croquis de l'aurore boréale. (Ces croquis font connaître la position des rayons principaux.)

» De $7^h 30^m$ à $8^h 15^m$, j'ai observé une superbe couronne de rayons courts, éclatants, serrés, qui entouraient et traversaient la constellation d'Orion, au sud du zénith. Je vous en envoie la position aussi exacte que possible; le centre de la couronne me paraissait aboutir à la place que j'ai marquée d'un X. Ce centre m'a paru varier légèrement du sud au sud-sud-est.

» Au-dessous d'Orion, du côté du sud et du sud-ouest, la lueur rouge dans laquelle brillait la couronne reposait sur une belle couche de nébulosités blanches ou bleuâtres, élevées à peine de 30 ou 25 degrés sur l'horizon du midi. »

M. le comte Sansac de Touchimbert, à Poitiers.

« A $6^h 15^m$, on vit à l'est et à l'ouest tout à la fois, vers l'horizon sensible, s'élever perpendiculairement deux colonnes aurorales. Elles étaient séparées par une distance égale à leur largeur. Celles qui avoisinaient le sud étaient beaucoup plus brillantes que les deux autres. La hauteur de ces colonnes pouvait comprendre la moitié de l'arc compris entre l'horizon sensible et le zénith. Vers $6^h 45^m$, de tous les côtés, l'atmosphère parut embrasée. A $9^h 30^m$, le ciel redevenait pur.

» A 10 heures, une nouvelle aurore boréale apparut; comme la précédente, elle prenait naissance à l'est et à l'ouest. Le segment, toutefois, s'inclinait vers le pôle magnétique. »

M. de Conihout, instituteur à Belmesnil (Seine-Inférieure).

« L'aurore a commencé à $6^h 50^m$ du soir. Elle comprenait environ 160 degrés à sa base. Sa hauteur moyenne était depuis 15 jusqu'à 50 degrés au-dessus de l'horizon. Une teinte bleu pâle séparait la masse ignée de notre horizon. La zone était d'un rouge clair et partagée d'abord en trois parties très-distinctes : la première au levant, la seconde au nord et l'autre au couchant. Un nuage d'une teinte plus foncée semblait suivre la zone et onduler d'un fragment à l'autre dans la direction de l'est. Les nuances de ces fragments, peu apparentes au début, devenaient peu à peu plus marquées, puis enfin disparaissaient ou diminuaient d'intensité vers la base pour s'élancer au zénith sous la forme de grands rayons blanchâtres. » (La suite de cette description s'accorde avec celles des autres observateurs.)

M. Clarinval, à Metz.

« Hier, à $6^h 15^m$ du soir, une aurore boréale très-remarquable a eu lieu à Metz et couvrait tout le pays messin. Deux longs et larges rayons lumineux partant de l'ouest s'étendaient au loin dans l'est. L'un était d'un rouge foncé, l'autre composé de bandes rouges très-ardentes et de diverses nuances, qui sillonnaient l'espace dans une immense étendue. Le phénomène, variant à chaque instant d'éclat, a duré d'abord jusqu'à $7^h 5^m$. Le ciel n'avait plus alors qu'un reflet rouge. A $7^h 30^m$, l'aurore boréale a paru de nouveau, plus brillante à l'est qu'à l'ouest. Quelques minutes après, des langues lumineuses, allant du nord au sud, l'ont coupée obliquement et ont eu un éclat très-vif jusqu'à 8 heures. Il y a eu décroissance dans les couleurs de feu jusqu'à $9^h 25^m$. Le ciel est resté d'un beau rouge jusqu'à $10^h 30^m$ environ. Je croyais que tout était fini; mais, à 11 heures, d'immenses bandes pourprées ont signalé une recrudescence de l'aurore boréale. Elles partaient de tous côtés, et ont donné jusqu'à $11^h 30^m$ un spectacle curieux par l'éclat de leurs couleurs variées du pourpre au rouge de feu. A minuit, les couleurs vives ont disparu et le ciel a encore conservé une teinte d'un beau rouge. »

M. de Tastes, professeur à Tours.

« Au coucher du soleil, les cirrho-cumuli grisâtres qui occupaient les régions du nord-est prirent une teinte violacée, qui s'étendit sur les eaux de la Loire et donna au paysage un aspect étrange. Après le soleil couché, ces mêmes nuages s'illuminèrent de teintes d'un rose vif, principalement sur leurs bords orientaux, comme s'ils avaient reflété les lueurs de l'aube matinale. Ils ne tardèrent pas à se dissiper; le ciel devint d'une extrême pureté, excepté à l'horizon du sud où apparaissaient d'épais cumuli-strati, et tout l'horizon de l'est à l'ouest en passant par le nord s'éclaira d'une teinte blanche qui s'étendit jusqu'au zénith. La lumière diffusée dans l'atmosphère pouvait être comparée à celle de la pleine lune lorsqu'elle est voilée par une légère couche uniforme de nuages, et elle était suffisante pour permettre de lire. Bientôt ont apparu au nord-ouest et au nord-est deux nappes rouge clair à bords indécis, que sillonnèrent des bandes parallèles sensiblement dirigées vers le nord magnétique. De l'horizon sud-ouest partait une longue bande rouge qui s'élevait en augmentant d'éclat jusque dans la région du ciel comprise entre Orion, Sirius, Procyon et les Gémeaux. Orion a été même envahi par la lueur pendant près d'une heure; des faisceaux lumineux d'un rose plus clair et qu'on pourrait comparer à la longue queue de la

comète de Donati se montraient quelques minutes, pour disparaître et reparaître un peu plus loin, mais toujours sensiblement dans la direction du méridien magnétique. Deux de ces apparitions ont été particulièrement remarquables : α d'Orion a été, pendant quelques minutes, placé au sommet d'un de ces pinceaux de lumière figurant une comète rouge dont l'étoile aurait été le noyau, et dont la queue s'étendait à 10 degrés vers le nord. Une demi-heure plus tard, α de Sirius jouait à son tour le rôle de noyau par rapport à un autre pinceau de lumière rose remontant vers le nord.

» A $9^h 30^m$, Jupiter, brillant du plus vif éclat dans un ciel d'un bleu foncé et parvenu à peu de distance du méridien, semblait être le centre d'où partaient plusieurs pinceaux d'un rouge sombre se dirigeant dans plusieurs directions. A 10 heures, la teinte rouge comprise entre Orion, Sirius, Procyon et les Gémeaux s'affaiblissait graduellement et disparaissait. En même temps des masses d'un blanc phosphorescent, qu'on aurait prises pour des nuages si l'on n'avait vu distinctement les étoiles briller derrière elles, semblaient venir du sud et se fondre dans une grande bande obscure qui s'élevait de l'horizon oriental. Du bord septentrional de cette bande, qui se trouvait à peu de distance des étoiles ε, ζ, η de la Grande Ourse, partaient des rayons d'un rouge vif se dirigeant parallèlement vers le nord magnétique. A $10^h 30^m$ une bande rose pâle s'éleva du nord-nord-est, tandis que la nappe qui n'avait cessé de briller au nord-ouest depuis le commencement de l'aurore s'allongeait vers l'est et rejoignait la première ; elles constituaient ensemble un arc circonscrivant un segment vivement éclairé d'une lueur blanche et blafarde. A 11 heures, les phénomènes lumineux diminuaient d'éclat et avant minuit tout avait disparu.

» Ce qui caractérise surtout le phénomène, dont je ne peux donner qu'une esquisse bien imparfaite, c'est la durée, l'étendue et l'éclat de la lumière blanche qui, pendant environ cinq heures, n'a cessé d'illuminer toute la moitié septentrionale de la voûte céleste. Pour ma part, je n'ai encore jamais rien vu de pareil. Quant aux lueurs roses, aux rayons rouges, aux fusées orangées ou rose vif, aux bandes obscures, aux lueurs blanches phosphorescentes venues du sud, leur nombre, leurs irrégularités, leurs fluctuations incessantes échappent à toute description précise. Il eût fallu pour les décrire avec une précision suffisante trois ou quatre observateurs chargés d'observer chacun une région déterminée du ciel, et décrivant de minute en minute, une montre dans une main et la plume dans l'autre, les incessantes modifications du phénomène.

» Pendant toute la durée de l'aurore, le baromètre est resté stationnaire à 755, la température à 5°,2, petite brise à peine appréciable du sud-sud-est un quart sud, ciel sans nuages excepté près de l'horizon sud-ouest, où s'étageaient de longues lignes de cumuli-strati. »

M. Quina, maire de Gréasque (Bouches-du-Rhône).

« A $8^h 30^m$, les rayons s'étendaient au delà de la constellation d'Orion. Un peu au-dessous du Baudrier se trouvait un centre de rayons, distincts de ceux de la région nord. Ce phénomène a duré au moins une demi-heure.

M. Courtois, à Muges (Lot-et-Garonne).

« Vers $7^h 15^m$, Jupiter et Orion étaient couverts par la lumière rouge; on distinguait très-bien à l'aide du télescope les bandes sombres de Jupiter, les quatre satellites de cette planète, la grande nébuleuse de α d'Orion et les plus petites étoiles de cette constellation. La

lumière rouge, très-intense à l'œil nu, était faible au télescope. Près de Sirius et au sud d'Orion, passait une belle bande lumineuse, d'un blanc verdâtre. De $7^h 30^m$ à 10 heures du soir, le phénomène a été très-brillant et a envahi successivement toutes les parties du ciel; des rayons d'un blanc verdâtre alternaient avec les rayons rouges; tout le nord était illuminé comme peu de temps avant le lever du soleil, et l'on aurait cru la pleine lune sur l'horizon. Le phénomène a presque entièrement disparu à 11 heures du soir.

» A la gare d'Aiguillon, le télégraphe n'a pas été interrompu : on a pu envoyer des dépêches pendant l'aurore boréale.

M. Gaudré, à Cosne (Nièvre).

« L'aurore magnétique a été visible aussitôt que le crépuscule l'a permis. Elle était à $5^h 45^m$ dans son plus grand éclat, et présentait un grand demi-cercle de l'ouest à l'est, passant au zénith. Jusqu'à 8 heures, elle s'est manifestée plus au sud qu'au nord. »

M. Lecomte, instituteur à La Chastre (Sarthe).

« A 6 heures, un rayon rouge, plus intense au zénith, s'étend du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Tous les points de l'horizon se colorent ensuite et successivement en rouge. Vers 8 heures, un demi-cercle va du nord à l'ouest. A 9 heures, des rayons rouges et blancs colorent la surface presque entière de la partie visible du ciel. »

M. des Étangs, à Châtillon-sur-Seine.

« A $6^h 35^m$, l'aurore embrasse la presque totalité du ciel visible; les bandes rayées, dont la teinte passe du rouge brique le plus intense au jaune et à l'orangé éclatants, paraissent converger vers les Pléiades; l'éclat des parties les plus colorées décroissait parfois et était remplacé par une lueur blanchâtre à peu près équivalente à celle de la Lune.

» A $7^h 30^m$, l'éclat, après avoir diminué, reprend toute son intensité vers la Grande Ourse. A 8 heures et quelques minutes, la région d'Orion s'enflamme de nouveau sur une étendue considérable, représentant un segment sphérique dont le sommet arrondi ne dépassait guère les plus hautes étoiles de cette constellation et descendait jusqu'à l'horizon en s'élargissant beaucoup plus à l'est qu'à l'ouest. »

M. Lemosy, à Mâcon.

« Nous avons, avec M. Puvis, pu prendre nos notes à la lueur même de l'aurore.

» $5^h 40^m$. — A ce moment, on voit un arc lumineux, blanc verdâtre, très-régulier, ayant ses extrémités à l'horizon à l'ouest-nord-ouest et à l'est-nord-est, et son sommet au méridien à 30 degrés environ de hauteur. De cet arc s'élançaient de nombreux rayons d'un beau rouge violacé dont les plus élevés atteignaient et dépassaient même le zénith. On distinguait trois principaux groupes de rayons : l'un au zénith et les deux autres vers le nord-ouest et le nord-est. Ces rayons ne divergeaient pas, mais paraissaient converger vers le méridien.

» A $6^h 45^m$, les rayons rouges se sont affaiblis; ils ne se voient plus qu'à l'ouest. Le reste de l'arc principal est blanc verdâtre, gardant la même largeur; il embrasse un arc de 180 degrés de l'horizon. Depuis le commencement du phénomène, une colonne lumineuse d'un rouge sombre, isolée, se maintient invariablement entre Procyon et Sirius.

» $6^h 48^m$. — L'arc du sud a presque disparu; mais on voit un nouvel arc, pareil à une

brume blanche, de l'ouest à l'est passant, par Orion. L'arc principal présente une vive clarté blanche à l'est, et montre à l'ouest un dernier vestige de rayons rouges. Parmi ces derniers, à l'ouest-nord-ouest paraît un rayon vert intense.

» 7 heures. — L'amplitude de l'arc principal s'accroît; il embrasse près de 200 degrés de l'horizon. On ne voit plus un seul rayon rouge; immense arc jaune verdâtre, s'étendant en largeur depuis la queue de la Grande Ourse jusqu'à Rigel. L'atmosphère s'illumine, les étoiles pâlissent comme par un clair de lune. On voit assez clair pour écrire et lire facilement.

» $7^h 12^m$. — Des colonnes rouges paraissent à l'est.

» $7^h 25^m$. — Des arcs blancs, capricieusement ondulés, vont de l'horizon est à l'horizon ouest, en passant par et sous Orion.

» $7^h 28^m$. — Clarté blanc-verdâtre à l'horizon nord, d'où s'élèvent des rayons rouges. L'arc secondaire persiste toujours.

» $7^h 35^m$. — Un beau rayon blanc, après avoir brillé quelque temps à l'horizon est, s'en détache, monte à vue d'œil, passe sur Jupiter, sur Aldébaran, s'avance à l'ouest et, à $7^h 35^m$, touche l'horizon ouest.

» 8 heures. — La partie est de l'arc principal arrive au-dessous de Jupiter; elle s'avance en présentant des fluctuations remarquables. Elle arrive sur $\alpha$ d'Orion, qui est alors le point de convergence des rayons rouges.

» $8^h 10^m$. — Le nord offre l'aspect d'un coucher de soleil. De la tête d'Orion part un faisceau de bandes rouges (7 principales) qui s'étend en éventail sous cette constellation.

» $8^h 30^m$. — L'aurore partielle quitte Orion et se rejette vers l'ouest.

» $8^h 37^m$. — Au nord, l'arc blanc verdâtre persiste toujours. L'aurore partielle occupe l'Éridan.

» 10 heures. — Après un long intervalle, pendant lequel toute la moitié nord du ciel est couverte comme par une brume lumineuse légère, le phénomène reparaît avec une nouvelle intensité et avec beaucoup de régularité. Un très-bel arc de rayons rouges part de l'est-nord-est, passe par la queue de la Grande Ourse, par la Petite Ourse, atteint le zénith près du Cocher et descend vers l'ouest-nord-ouest. La lueur rouge est surtout intense vers l'est. Tout le ciel, au nord, est éclairé d'une lueur verdâtre.

» $10^h 12^m$. — Un beau faisceau de rayons rouges s'élève entre $\eta$ Grande Ourse et le Cœur de Charles II. Entre la Grande Ourse et le Lion est une grande nuée blanchâtre.

» Pendant l'aurore, les stationnaires du bureau télégraphique de la Gare ont constaté qu'il a été absolument impossible de communiquer avec les autres postes de 6 à 7 heures. »

M. Terby, à Louvain.

« Déjà, le 2 février, j'avais observé des apparences d'aurore boréale: un arc peu brillant se montrait au nord, entre 10 et 11 heures du soir.

» Le 3, à 6 heures du soir, de longues bandes de cirrhus partaient de l'horizon nord.

» Le 4, pendant une première phase, qui s'est prolongée jusqu'à 7 heures, la couronne s'est manifestée d'une manière extrêmement nette. Chose digne de remarque, pendant cette première phase, le nord a conservé son aspect ordinaire. L'horizon sud, au contraire, était surmonté d'un segment grisâtre, nuageux et que bordait un arc brillant s'étendant de l'est-sud-est au sud-ouest et passant sous Orion. De l'ouest et de l'est s'élèvent des colonnes rouges, entremêlées de rayons blanchâtres qui convergent vers un point situé d'abord un peu

à l'ouest des Pléiades. Entre le centre de la couronne et l'horizon, les rayons sont doués, par rapport aux étoiles, d'un mouvement de l'est à l'ouest.

» A $6^h 30^m$, le point de convergence est situé exactement dans les Pléiades et, à $6^h 55^m$, vers la limite de Persée et du Taureau, au sommet d'un triangle équilatéral ayant pour base $\alpha\beta$ du Taureau.

» *Deuxième phase.* — A $7^h 15^m$, les manifestations ordinaires de l'aurore boréale viennent s'ajouter au phénomène : d'innombrables rayons s'élèvent du nord et du nord-est; la coupole est magnifique, rose et blanche, et des nuages blancs qui s'agitent se forment toujours au point de convergence; à $7^h 55^m$, ce point est exactement du $\beta$ Taureau.

» *Troisième phase.* — A $8^h 24^m$, l'aurore est plus accentuée dans le sud. La lueur rouge s'étend au-dessus de l'arc blanc et un rayon monte vers $\varkappa$ d'Orion. Le phénomène redevient général, mais les rayons ne s'étendent plus jusqu'au centre de la couronne; ce dernier semble devoir coïncider avec $\mu$ des Gémeaux, à $8^h 40^m$.

» *Quatrième phase.* — $10^h 15^m$. Le sud prend un aspect de plus en plus remarquable. L'horizon y est surmonté d'un segment qu'on croirait nuageux, car il est très-sombre, mais les étoiles y conservent tout leur éclat; ce segment est limité par un arc blanc qui passe par Sirius. Au-dessus de l'arc, la lueur rouge brille jusqu'à Procyon et des rayons partent de la zone lumineuse pour converger immédiatement vers le centre de la couronne, situé en ce moment sur $\omega$ de l'Écrevisse.

» *Cinquième phase.* — 11 heures. Rayons verticaux dans le nord et lueur rouge. L'arc austral s'élève de plus en plus en s'affaiblissant. A $11^h 10^m$, le nord devient très-blanc jusqu'à la hauteur de $\alpha$ et $\beta$ de Cassiopée, et cette lueur s'abaisse ensuite peu à peu, mais persiste encore après minuit.

» Il faut appeler l'attention sur la production incessante de grands rayons et de colonnes rouges à l'est et à l'ouest, dans un plan qui semble perpendiculaire au méridien magnétique; l'aurore boréale du 25 octobre 1870 avait aussi présenté cette particularité. »

M. Chambeuf, à Vic-le-Comte (Puy-de-Dôme).

« L'aurore a commencé à $6^h 30^m$ du soir. » (Descriptions analogues aux précédentes.)

M. Giraud, à Barcelonnette.

« L'aurore boréale a commencé vers $5^h 45^m$ (heure locale) et s'est terminée vers 11 heures. Des rayons lumineux d'un rouge de feu n'ont cessé de se diriger du nord-ouest et du nord-est vers le zénith. Ces rayons avaient plus d'intensité dans la région nord-ouest et ouest-nord-ouest que dans la partie nord-est.

» De $6^h 30^m$ à 7 heures, de tous les points de l'horizon, excepté du côté du sud, les rayons lumineux rougeâtres semblaient converger vers la constellation du Taureau, et paraissaient avoir leur point de jonction à quelques degrés au sud des Pléiades.

» Pendant toute la durée du phénomène, mais plus particulièrement entre $5^h 30^m$ et 7 heures, des bandes floconneuses et très-lumineuses, d'un blanc souvent verdâtre, se formaient dans la région est et sud-est et s'étendaient avec rapidité vers l'ouest; souvent il arrivait que ces *nuages* lumineux se formaient à la fois à l'horizon de l'est et du sud-est d'un côté, et à celui de l'ouest et du sud-ouest de l'autre, et, courant se rejoindre, formaient une immense bande lumineuse blanchâtre, qui changeait d'aspect et de forme, et disparaissait aussi rapidement qu'elle s'était formée.

» Ce qu'il y a eu de particulièrement remarquable, c'est que les rayons rougeâtres qui émergeaient de la région nord ont toujours convergé vers le zénith sans jamais le dépasser; tandis que les bandes lumineuses blanchâtres et floconneuses se dirigeaient de l'est ou du sud-est vers l'ouest ou le sud-ouest sans jamais atteindre le zénith dans leur point culminant.

» Deux étoiles filantes ont été aperçues : la première vers $5^h 50^m$; partie de la constellation d'Andromède, elle s'est dirigée vers le Cygne à l'ouest, traversant une masse de rayons rougeâtres et laissant voir une longue traînée de feu; la seconde, à 9 heures, est partie de la constellation de Persée et s'est également dirigée vers l'ouest, sans traînée. »

MM. Fabre et Collot, à Montpellier.

« $6^h 8^m$. — Des fusées d'une lumière très-vive, d'un blanc jaunâtre, partant de l'est, montent verticalement en passant par les environs de Jupiter, et atteignent le zénith. En même temps apparaissent à l'ouest quelques traînées pâles de lumière jaune qui n'ont pas tardé à se rejoindre à celles de l'est ($6^h 10^m$).

» Le ciel présentait à ce moment l'aspect suivant :

» Au nord, segment obscur surbaissé se terminant par un arc très-net et entouré d'une zone lumineuse blanche assez large passant par la constellation de la Grande Ourse. A cette zone succédait une large bande d'un rose vif, découpée par des franges dans toute son étendue, et s'appuyant à l'horizon à l'est et à l'ouest; du côté du sud elle était bordée par une traînée irrégulière de nuages lumineux d'un jaune clair qui formaient une sorte d'arc interrompu brillant du plus vif éclat.

» A partir de ce moment le phénomène a persisté avec les mêmes apparences générales pendant près d'une heure et demie, seulement les diverses zones lumineuses ont pris un mouvement de translation lent du nord vers le sud, de façon que la zone de lumière rose n'a pas tardé à envahir toute la partie zénithale du ciel, et que la traînée de nuages lumineux blancs s'est abaissée de plus en plus vers la partie méridionale de l'horizon.

» A $6^h 55^m$, il était à la même hauteur que l'arc blanc du nord, et la projection vers le plan de l'horizon des trois zones lumineuses présentait une figure symétrique.

» Pendant tout ce temps, les franges de la zone rose médiane n'ont pas cessé de converger vers un point du ciel qui, situé à l'origine entre les Pléiades et les Hyades, a paru se mouvoir lentement vers l'est, à $7^h 5^m$ était aux Hyades et à 8 heures un peu au-dessus d'Orion.

» Ces franges variaient d'étendue et d'éclat à chaque instant; elles se détachaient en rose vif sur le fond rouge sombre du ciel septentrional. A $6^h 25^m$ particulièrement, elles formaient trois groupes, à l'est, à l'ouest et au milieu de la zone dans la constellation de la Petite Ourse. Nettement arrêtées à l'un de leurs bords et se fondant avec le fond du ciel par l'autre, les franges n'atteignaient jamais la partie zénithale du ciel, bien qu'elle fût envahie par la teinte rouge générale de la zone médiane.

» Vers $7^h 15^m$, l'arc blanc méridional, continuant son mouvement de translation du nord au sud, s'était déjà abaissé au-dessous de Sirius et allait s'effaçant peu à peu; son apparence s'était du reste modifiée. C'est ainsi qu'après avoir pris naissance ($6^h 8^m$) sous forme de fusées brillantes dans l'est, il s'était transformé en une sorte de draperie plissée ondoyante et interrompue comme un panache de fumée lumineuse, puis s'était segmenté en cinq à six nuages

brillants nettement délimités à leur bord méridional et se fondant de l'autre côté avec la lumière rouge de la zone médiane.

» La zone septentrionale blanche s'était dilatée en devenant plus diffuse, et à $7^h 15^m$ s'était élevée un peu au-dessus du pôle, en présentant une aire obscure aux environs de la Petite Ourse.

» En même temps que cette diminution d'intensité avait lieu dans les deux zones blanches, la zone rose s'étendait de plus en plus en augmentant d'éclat; bientôt ($7^h 25^m$) ses franges prennent une grande extension, se dessinent avec une grande netteté et se rapprochent en convergeant vers Orion. Enfin, vers 8 heures apparaît le magnifique spectacle d'une étoile à dix ou douze rayons divergents d'un point un peu au-dessus d'Orion et s'étendant dans toute la partie zénithale du ciel. A l'est, les rayons rouges se prolongeant en une large bande passant par Sirius se reliaient aux franges qui bordaient l'horizon.

» Vers $8^h 45^m$, cette auréole ou gloire, dont les rayons avaient passé successivement du jaune clair à l'orangé et au rose, a cessé d'être visible, et il n'est resté qu'une lueur rouge très-vive à l'est et à l'ouest, se fondant insensiblement dans les parties obscures du ciel.

» Les franges de la zone n'ont cessé de converger vers un point invariable qui, par l'effet du mouvement diurne, a paru se déplacer depuis les Pléiades jusqu'à Orion, en passant par les Hyades. »

M. Gully, à Rouen. Mêmes circonstances et mêmes descriptions.

M. Cirou, à Montbrun (Manche), note que l'aurore boréale n'a fini qu'entre 1 heure et 2 heures du matin.

M. Aulanier, à Brioude. Mêmes descriptions.

« A $5^h 55^m$, un magnifique bolide, de la grosseur d'une orange, part des environs de l'étoile polaire et se dirige du sud-est au nord-ouest avec rapidité. Dans sa course en arc de cercle (d'environ 45 degrés) il n'a laissé aucune traînée lumineuse, mais du noyau se sont échappées deux boules aussi rouges que le bolide lui-même et presque aussi volumineuses. Il n'a pas éclaté. »

M. Loir, inspecteur des lignes télégraphiques, à Saint-Etienne.

« Je me bornerai à vous signaler les principaux incidents qui se sont produits sur les lignes télégraphiques de cette région.

» Dès cinq heures du soir, alors que la lumière du soleil ne permettait pas de percevoir les phénomènes de l'aurore, des courants étrangers commençaient à se faire sentir sur les fils orientés du nord au sud et croissaient rapidement en intensité, au point de paralyser l'effet des piles de Saint-Etienne (même de 90 éléments, système Callaud), dans la direction du nord, c'est-à-dire de Lyon, Roanne, Moulins et Paris, et de mettre tous les appareils sur contacts plus ou moins prolongés, tandis qu'au contraire les courants émanant de ces villes avaient augmenté rapidement de puissance.

» L'usage général de l'administration étant d'envoyer sur les lignes le courant émanant du pôle cuivre, il résulte de cette première observation que, dès le commencement du phénomène, les courants qui se manifestaient sur nos fils étaient orientés ainsi qu'il suit : positifs, du nord au sud; en admettant, chose probable, que ces courants terrestres fussent le

produit de l'induction, on doit reconnaître que le courant principal atmosphérique était dirigé, en sens inverse, du sud au nord.

» L'aurore a constamment affecté la forme d'un arc de cercle, sensiblement perpendiculaire au plan du méridien et ayant ses bases à l'horizon est et ouest. Ce plan s'est dirigé d'une manière presque régulière du nord au sud depuis le crépuscule jusqu'à 9 heures du soir; à partir de ce moment, après de nombreuses oscillations en avant et en arrière, le phénomène de coloration rougeâtre a fini par disparaître, vers $10^h 30^m$, laissant au nord une brume blanchâtre et lumineuse, sur laquelle se détachaient nettement en noir les nuages, chassés par le vent du sud, mais qui était assez épaisse pour ne pas permettre de distinguer les étoiles à l'œil nu.

» Le zénith a été complétement dégagé depuis 7 heures du soir, la brume rougeâtre occupant seulement l'orient et l'occident.

» A $8^h 30^m$, un phénomène tout particulier s'est manifesté. Le plan de l'aurore passait par le baudrier d'Orion, qui se trouvait alors sensiblement au sud du méridien de Saint-Etienne, et d'où s'échappait un faisceau unique rougeâtre se dirigeant au nord.

» A $8^h 35^m$ environ, ce faisceau s'est brusquement retourné de 90 degrés sur l'ouest, en présentant trois lignes parallèles blanches et brillantes; autant qu'il m'a été possible de m'en rendre compte, chaque irradiation nouvelle ou changement de direction dans les faisceaux lumineux coïncidait avec une recrudescence d'intensité de courant sur nos fils, à tel point qu'au moment où ces phénomènes se produisaient les effets dans les appareils devenaient comparables à des décharges distinctes et successives. L'aurore a suivi une marche décroissante à partir de 9 heures, et il n'était plus possible de faire aucune observation intéressante à partir de dix heures du soir.

» A Roanne, les premiers symptômes se sont manifestés sur les fils à $3^h 30^m$ du soir. »

M. Grad, à Alger.

« L'aurore boréale, formée presque immédiatement après le coucher du soleil, vers 6 heures du soir, ne s'est éteinte qu'après 10 heures. A 7 heures, elle figurait une nappe d'un rouge pourpre à peu près, dont la ligne médiane se tenait à l'est de l'étoile polaire. Sous cette nappe, à l'horizon, s'étendait une clarté blanchâtre. De gros nuages voilaient un moment cette scène. Quand ils disparurent, une série de rayons ou de faisceaux couleur de sang, qui convergeaient vers un centre commun, se dressèrent un peu à l'est du méridien, montant presque jusqu'au zénith. Tantôt ces faisceaux étaient rouges avec un vif éclat, tantôt ils devenaient blancs avec des reflets plus pâles. A plusieurs reprises, ils s'effacèrent pour reparaître de nouveau. Leur lumière variait d'intensité et de nuance, jetant sur la mer de pâles lueurs. Plusieurs fois on vit les faisceaux, les gerbes rouges se mouvoir en divers sens pour se déplacer enfin de l'est à l'ouest, vers 9 heures, avec une vitesse angulaire de 15 degrés en 20 minutes, passant de la constellation de la Grande Ourse à la Polaire, puis à l'ouest de la Petite Ourse. Quelques instants encore et le ciel reprend de nouveau une teinte rouge uniforme, moins intense qu'au début de l'aurore, traversée par moments, à l'ouest, par des aigrettes blanches plus pâles. Le mouvement de translation d'est en ouest continuait. Vers 10 heures, l'aurore pâlit pour disparaître ensuite peu à peu.

» M. Durandeau, bibliothécaire de l'École de médecine, me dit avoir observé le même phénomène la veille, samedi, mais beaucoup plus faible. »

M. Daguin, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

« Dès 5h 30m, le ciel paraissait empourpré dans la région du nord, et à 6 heures le météore formait un arc immense, très-large, à contours diffus, et s'étendant de l'est à l'ouest. Des bandes transversales plus sombres ou plus brillantes, changeant lentement d'aspect, le coupèrent en divers points, pendant qu'il montait graduellement gagnant le zénith, au delà duquel il s'est effacé peu à peu. Un second arc, moins brillant que le premier, lui a succédé, en passant à peu près par les mêmes phases.

» Le phénomène, qui s'est prolongé assez loin dans la nuit, a été annoncé, dès 3 heures de l'après-midi, aux employés du télégraphe, par les perturbations apportées aux signaux. Le service fut forcément interrompu sur toutes les lignes aboutissant à Toulouse, et le 5, à 10 heures du matin, il y avait encore du trouble sur les fils de Lyon et de Montpellier. »

M. Gesling, instituteur à Auvers (Manche).

« A 10h 25m, le phénomène est dans toute sa beauté : Cassiopée, Persée, le Taureau sont tout à coup envahis par des plaques aurorales d'un rouge pourpre; de nombreuses fusées s'élancent de cette région vers le zénith. »

M. Muller, à Metz.

« Vers 6h 40m, le phénomène nous parut avoir atteint son maximum d'intensité. Il était alors formé d'un grand nombre de bandes lumineuses ou rayons, qui convergeaient sensiblement vers l'amas d'étoiles *les Pléiades*. Trois côtés seulement du ciel en étaient couverts; le quatrième, à l'est, était occupé comme par une nuée couleur de plomb au travers de laquelle on voyait pourtant les étoiles.

» Les rayons colorés étaient d'une grande mobilité; ils passaient en un moment du rouge bleuâtre ou violacé au pourpre, à l'orangé, au jaune vif. Parfois ces teintes coloraient un même arc et se dégradaient comme les tons d'un nuage que le soleil éclaire de l'horizon.

» L'un de ces rayons, d'une grande étendue et d'une teinte fort vive, partait de la Pléiade et se dirigeait vers l'ouest, en traversant Andromède et le carré de Pégase. Il disparaissait derrière la cathédrale, et l'intensité de la lumière était telle, derrière l'édifice, qu'on eût dit d'un effet de la Lune à son coucher.

» Vers 8 heures, le météore entra dans une période de décroissance, et se réduisit bientôt en une sorte de couronne lumineuse immense qui enveloppait tout l'horizon. La brume que nous avions observée à l'est était devenue brillante et voilait alors les Gémeaux et Jupiter. Au sud, la nuée rougeâtre passait au-dessous d'Orion. Elle fut traversée, à 8h 15m, par un bolide très-brillant, qui courut parallèlement à l'horizon l'espace d'une seconde, éclata sans bruit et disparut.

» A 10 heures, le phénomène reprit un peu de force, sans atteindre pourtant aux nuances primitives; puis la couronne parut s'abaisser de tous côtés vers l'horizon. »

M. Parès, à Bordeaux, note que, « dans la première phase du phénomène, un faisceau de rayons, les uns blancs, les autres rouges, traversait le ciel comme un grand cercle et réunissait les deux points opposés (est et ouest), paraissant partir de chacun de ces points,

et s'évasant vers le zénith, comme les nimbes qui, à l'approche de la pluie, figurent une draperie serrée aux deux bouts. Cet effet dura plusieurs minutes.

« Vers $8^h 15^m$, lorsque le phénomène fut étendu à la région australe, je vis, dit M. Parès, à 15 degrés ouest d'Orion, et vers 60 degrés de hauteur, une vapeur courant vers l'ouest. Une éclaircie, qui ne dura qu'une demi-seconde, me fit apercevoir une bande de nuages, d'une faible clarté, presque horizontaux, parallèles, pouvant avoir une épaisseur totale de 3 degrés et une longueur de 4 degrés. Je crus voir des cirrhus; je ne pouvais les considérer comme faisant partie du phénomène : la vapeur qui se déplaçait était rouge brun, les nuages étaient gris; la vapeur marchait vite, ils paraissaient immobiles. Un nuage qui eût passé devant des cirrhus n'aurait pas produit un autre effet. »

M. **Zaliwski** adresse une Note concernant la théorie du siphon.

L'auteur fait observer, comme l'une des particularités qui lui semblent dignes de remarque, que le siphon peut fonctionner sans que sa petite branche plonge dans le liquide.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

M. P. **Guyot** adresse une Note sur la coloration du ciel à Nancy en janvier 1871.

(Renvoi à M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. **Blouin** adresse une Note relative à l'action du bioxyde de plomb sur diverses huiles.

(Renvoi à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.)

M. O. **Lehmann** adresse, de Leipzig, une Note accompagnée d'une brochure sur la révolution des nombres et l'emploi du système duodécimal.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. **Boué** écrit, de Vienne, pour signaler à l'Académie une erreur qui s'est glissée dans un article inséré dans le 1er numéro de l'*Anzeiger* pour 1872 (p. 7). Cet article lui aurait fait dire que, *pour nous*, la visibilité des aurores boréales peut être diminuée par l'intensité des rayons solaires : l'opinion exprimée par M. Boué est que, en *été*, peut-être les rayons de l'astre encore au-dessus de l'horizon empêchent de distinguer les aurores boréales *dans les régions polaires*.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 février 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube*, t. XXXIII de la Collection; t. VI, 3e série, année 1869. Troyes, sans date; in-8°.

*Sériciculture. Éducations expérimentales faites en* 1870 *et* 1871, *d'après le procédé Pasteur; par* M. P. SIRAND. Grenoble, 1872; br. in-8°.

*Tableaux synoptiques de toutes les espèces minérales, avec indication de leur composition chimique et de leurs propriétés essentielles, destinés à faciliter l'étude et le classement des collections minéralogiques; par* M. GOURDON, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse. Sans lieu ni date; 5 feuilles in-folio.

*L'art de faire le vin; par* M. C. LADREY; 3e édition. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

*Annuaire des eaux et forêts pour* 1872. Paris, 1872; in-18.

*Moyens de combattre le* Phylloxera *ou Puceron souterrain de la vigne; par* M. Ch. BALTET. Troyes, sans date; opuscule in-8°.

*Contributions à l'histoire naturelle et à l'anatomie de la Mouche-Feuille des îles Seychelles; par* le Dr N. JOLY. Toulouse; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

*Sur l'hypermétamorphose de la* Palingenia Virgo *à l'état de larve; analogies de cette larve avec les Crustacés; par* le Dr N. JOLY. Toulouse, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse.*)

*Paléontologie française ou Description des fossiles de la France, continuée par une réunion de paléontologistes;* 2e série, *Végétaux, Terrain jurassique, Algues; par* M. le Comte DE SAPORTA; liv. 1, 2, 3. Texte et planches. Paris, 1872; in-8°.

*Recherches expérimentales sur la position du centre de gravité chez les insectes; par* M. Félix PLATEAU. Genève, 1872; in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

*Traité clinique des maladies aiguës des organes respiratoires; par* M. E.-J. WOILLEZ. Paris, 1872; in-8°, relié.

*Exposé des titres scientifiques et des travaux de pathologie médicale du* Dr E.-J. WOILLEZ, *à l'appui de sa candidature à l'Académie de Médecine.* Paris, 1867; in-4°.

(Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. le Baron Cloquet pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, 1872.)

*Observations of Comets, from* B. C. 611 *to* A. D. 1640. (Extracted from *the Chinese Annals, translated, with introductory remarks, and an appendix, comprising the tables necessary for reducing Chinese time to European reckoning and a Chinese celestial atlas*); *by* John WILLIAMS, F. S. A. London, 1871; in-4°, relié.

*Memoirs of the Royal Astronomical Society;* part. I, vol. XXXIX, 1870-1871. London, 1871; in-4°.

*Tables of iris computed with regard to the perturbations of Jupiter, Mars and Saturn, including the perturbations depending on the square of the mass of Jupiter; by* Francis BRUNNOW. Dublin, 1869; in-4°.

*A general index to the first thirty-eight volumes of the Memoirs of the Royal Astronomical Society.* London, 1871; br. in-8°.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, t. XXXII, nos 23 (décembre 1871, janvier 1872). Londres, 1872; 2 br. in-8°.

*Memoirs of the Geological survey of India;* vol. VII, part. 1, 2, 3. Calcutta, 1869; 3 liv. in-8°.

*Memoirs of the Geological survey of India. Palæontologia indica, published by order of his excellency the Governor general of India in council under the direction of* Thomas OLDHAM. *Cretaceous of fauna southern India,* vol. III, nos 1 à 8. Calcutta, 1870-1871; 2 liv. in-4°.

*Records of the Geological survey of India;* vol. II, part. 2, 3, 4, 1869; vol. III, 1870; vol. IV, part. 1, 2; 1871. Calcutta, 1869-1871; 6 liv. in-8°.

*Dell' uso della canfora in polvere per la cura della cangrena nosocomiale; osservazioni del* Dr Fr. DICHIARA. Palermo, 1872; br. in-8°.

*Intorno agli organi essenziali della riproduzione delle anguille, etc., Memoria dei* professori G. BALSAMO-CRIVELLI *e* L. MAGGI. Milano, 1872; br. in-8°.

*Sulla determinazione delle orbite delle stelle doppie, Memoria di* A. DE GASPARIS. Napoli, 1872; in-4°.

*Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei, compilati dal Segretario;* anno XXI. Roma, 1868; 4 liv. in-4°.

*Impfem oder Nichtimpfen! Beitrag zur Losung der grossen Tagisfrage über den Impfzwang und zur Behandlung der Blattern-krankheit; von* Fr. BECKER. Berlin, 1872; br. in-8°.

*Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der thiere herausgegeben von* J. MOLESCHOTT; XI band erstes heft. Giessen, 1872; in-8°.

*Medizinische Jahrbücher herausgegeben von der K. K. Gesellschaft der arzte redigirt; von* S. STRICKER; Jahrgang 1871, IV heft. Wien, 1871; in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 19 FÉVRIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

**M. le Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Stan. Laugier*, Membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Paris le 16 février 1872.

Les obsèques ont eu lieu hier dimanche : M. Nélaton a pris la parole au nom de l'Académie des Sciences.

« **M. Balard**, à la suite de la lecture de M. Pasteur (1), exprime le désir que M. Fremy, dans le cas où il croirait, en se réservant de faire une réponse étendue à la prochaine séance, devoir mettre quelques mots dans les *Comptes rendus*, veuille bien en indiquer la substance à la séance même. Il importe que notre publication soit l'expression fidèle de ce qui

(1) Cette Note aurait dû paraître dans le *Compte rendu* précédent, dont elle n'est en quelque sorte qu'un supplément; mais elle n'a pu y être insérée, parce qu'elle n'avait pas été déposée sur le bureau de l'Académie à la fin de la séance du 12. Le règlement, dont M. le Secrétaire perpétuel avait déclaré qu'on observerait l'application, exige ce dépôt.

se passe ici, et cela n'a pas toujours eu lieu. Dans la séance dernière, par exemple, il y a, entre le Mémoire sur les fermentations lu à l'Académie, déposé sur le bureau et imprimé en placards, et celui que renferme le *Compte rendu*, une différence notable. Des explications importantes, qui n'avaient pas été données à l'Académie, ont été ajoutées; des expériences, décrites devant elle, supprimées, sans qu'aucune Note soit venue indiquer que ces modifications ont été apportées sur l'épreuve. M. Dumas, en qualité de Secrétaire perpétuel, surveillant la publication de ce numéro, a pu s'apercevoir à temps des changements que je signale. C'est certainement ce qui l'a amené à dire : « Je ne retrouve pas non plus, je l'avoue, dans l'exposé » des expériences de M. Fremy, *du moins tel qu'il a été lu devant nous*, l'in- » dication des soins délicats et minutieux indispensables à leur succès ». Mais cette restriction, il pouvait seul la faire, puisqu'il était seul au courant de ce qui avait eu lieu. Qu'il me soit permis de faire remarquer, d'une manière générale, que des observations faites à un Mémoire, après sa lecture en séance, pourraient, quelque légitimes qu'elles fussent d'ailleurs, ne plus paraître telles, si ce Mémoire avait été modifié dans le fond même, lors de l'impression, et à l'insu de celui qui aurait fait ces observations.

» Il convient donc, pour ne pas mettre dans une position difficile nos honorables Secrétaires perpétuels, toujours si désireux d'être agréables à leurs confrères, que chacun de nous n'insère dans les *Comptes rendus* que ce qu'il aura dit, en substance, devant l'Académie, et que les modifications, s'il y en a, ne portant que sur la forme, respectent tout à fait le fond. »

M. **Serret** demande la parole et s'exprime ainsi :

« M. Le Verrier a inséré, dans le *Compte rendu* de la dernière séance, la réponse qu'il a faite aux observations que j'ai présentées à l'Académie, à propos de la Communication de M. Delaunay. Cette réponse prouve, comme je l'ai fait ressortir à la séance, que notre savant confrère n'avait pas parfaitement compris ma pensée.

» J'avais cru que mes explications verbales étaient suffisantes, et qu'il ne devait être fait mention, au *Compte rendu*, ni des remarques de M. Le Verrier ni de ma réplique. Cependant j'appris, dans la journée de mardi dernier, que M. Le Verrier avait déposé sur le bureau de l'Académie une Note relatant les paroles qu'il avait prononcées, ce qui me plaçait dans la nécessité de publier de mon côté les explications que j'avais dû donner à

notre confrère. Je rédigeai, en conséquence, une très-courte Note reproduisant à peu près textuellement les explications dont il s'agit; cette Note fut *composée;* j'en donnai le *bon à tirer;* cependant elle n'a pas été insérée dans le *Compte rendu*.

» En supprimant ma réponse, M. le Secrétaire perpétuel n'a fait qu'appliquer, je le reconnais, un article de notre règlement, d'après lequel les Communications verbales ne doivent être mentionnées, dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, *séance tenante*, aux secrétaires.

» Je n'ai donc pas le droit de me plaindre.

» Mais, comme il m'importe de rétablir le véritable sens de ma pensée, que les paroles de M. Le Verrier auront peut-être obscurcie, je prie l'Académie de me permettre de reproduire ici la Note qui avait été composée, et qui n'a pas été insérée dans le *Compte rendu* de la dernière séance, comme je viens de l'expliquer.

» Voici cette Note (*voir* le *Compte rendu* de la dernière séance, p. 403) :

« Réponse de M. Serret a M. Le Verrier. — M. Le Verrier ne s'explique pas, dit-il, ma double réclamation concernant l'insertion au *Compte rendu* de deux Notes, dont l'une n'a pas été lue en séance, tandis que l'autre a été effectivement lue par lui-même, ainsi que je l'ai reconnu, ce qui serait, de ma part, à ses yeux, une inconséquence.

» A cela je réponds : que je blâme l'insertion de la première Note, par la raison qu'il n'en a pas été donné lecture à la séance. Quant à la deuxième Note, qui émane de notre savant confrère lui-même, j'en blâme également l'insertion; mais il est clair que c'est par un motif tout différent. La Note dont il s'agit renfermant une proposition qui constitue un acte évident de polémique, l'Académie l'avait formellement écartée de son ordre du jour et l'avait réservée pour un comité secret; en conséquence, cette Note ne devait pas, selon moi, être livrée à la publicité. »

» M. Le Verrier a ajouté que, quant au fond, il pense que, mieux informé, je pourrai changer d'avis en comité secret. Sur ce point, je ferai remarquer à notre confrère que je ne me suis en aucune façon préoccupé de savoir si les erreurs signalées dans les publications de l'Observatoire existent ou non. Au point de vue où je me suis placé, cela n'a aucune importance. »

**M. Le Verrier** réplique qu'en tout cas, il n'a pu obscurcir la pensée de M. Serret, pensée qu'il ne connaît pas. Comment d'ailleurs aurait-il pu le faire, puisque M. Serret n'a pas d'opinion sur le fond, c'est-à-dire sur la seule chose qui offre un intérêt académique?

**M. Le Verrier** répond, en outre, en ces termes :

« M. Serret déclare qu'il ne s'est point occupé de savoir si les séries publiées dans l'*Annuaire météorologique* sont exactes ou non, ce qui ne l'empêche pas d'assurer, sans hésitation, que la proposition faite à l'Académie de donner une édition authentique des séries météorologiques qui lui ont été soumises depuis cent ans est « un acte *évident* de polémique. »

» Je regrette que notre confrère n'ait pas cherché à connaître la question à laquelle il voulait se mêler; autrement, il aurait promptement reconnu que la proposition faite par moi à l'Académie est exclusivement scientifique.

» M. Delaunay accuse les séries publiées par ses prédécesseurs, M. Arago notamment, de renfermer de nombreuses erreurs.

**M. Delaunay** interrompt et déclare qu'il n'a pas dit ce que M. Le Verrier lui fait dire.

**M. Le Verrier** continue comme il suit :

« Un de nos plus habiles météorologistes, M. Renou, déclare que les nombres publiés par M. Delaunay sont eux-mêmes erronés. Cette situation ne saurait se prolonger sans inconvénient pour la science.

» Je n'irai pas plus loin. La discussion serait inutile avec notre confrère, M. Serret, du moment qu'il déclare ne pas connaître la question en litige.

» Deux mots suffiront pour répondre à l'exclamation : « *Je n'ai pas* » *dit cela!* » qui est échappée à M. Delaunay, quand j'ai énoncé qu'il accuse d'erreur les séries publiées par ses prédécesseurs, M. Arago notamment.

» M. Delaunay a introduit dans son *Annuaire météorologique* des séries qui diffèrent en beaucoup de points des séries données par ses prédécesseurs, y compris M. Arago. Et, puisqu'il soutient l'exactitude de ses nombres, il est trop clair qu'il accuse d'erreur les séries antérieurement publiées. »

« J'ai proposé et je persiste à proposer qu'une édition authentique des séries météorologiques soit donnée par l'Académie. Ma demande est toute scientifique, et notre confrère M. Serret me permettra de regretter qu'après avoir pris le droit d'attaquer injustement M. Renou, il prenne encore le droit d'altérer ma pensée. »

**M. Serret** se borne à déclarer qu'il maintient sans réserve les obser-

vations qu'il a présentées dans cette séance et dans la précédente; il juge inutile, d'ailleurs, d'y rien ajouter.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles observations au sujet des communications de* M. Fremy; *par* **M. Pasteur.**

« Ainsi que j'en ai pris l'engagement, je vais dire rapidement ce que je pense des expériences que M. Fremy a publiées dans la séance du 5 février dernier.

» Je remarque tout d'abord que, sur les huit expériences, il y en a six faites au libre contact de l'air ordinaire, sans que notre confrère ait pris la moindre précaution pour détruire ou pour éloigner les poussières en suspension dans l'air ou celles qui sont répandues à la surface des parois des vases et des matières dont il s'est servi. Ces six expériences pourraient donc être invoquées par moi, non comme des preuves de mon opinion, parce qu'elles ne réunissent pas les conditions d'expériences délicates et probantes, mais tout au moins comme incapables d'infirmer, en quoi que ce soit, les résultats de mes recherches.

» Je n'en ferai donc qu'une critique très-brève, en m'attachant d'ailleurs, soit aux termes mêmes de la lecture de M. Fremy, soit à ceux de sa Note rectifiée telle qu'elle a paru au *Compte rendu*.

» 1[re] *expérience de M. Fremy*. — « Le but de cette expérience, dit » M. Fremy, a été surtout de constater que la levûre sort des grains d'orge » mêmes. J'introduis dans un flacon 100 grammes d'orge germée; je lave » cette orge à plusieurs reprises avec de l'eau distillée; je la mets ensuite » en contact avec de l'eau sucrée : le flacon est maintenu à la tempé» rature de 25 degrés. »

» M. Fremy dit en propres termes : « On voit chaque grain de levûre » sortir de l'intérieur de l'orge. » Et comment donc M. Fremy a-t-il pu faire cette singulière observation? Est-ce à l'œil nu qu'il a vu les choses qu'il décrit, ou au microscope? Il ne s'en explique pas; mais qu'il me suffise de rappeler à l'Académie qu'il s'agit ici d'une levûre dont les articles ont seulement 1 à 2 millièmes de millimètre de diamètre.

» M. Fremy aurait eu un moyen bien simple de s'assurer de ce qui se passe dans cette expérience. Après avoir laissé les grains d'orge avec l'eau sucrée pendant un temps relativement très-court, il aurait pu décanter la liqueur, éloigner tous les grains d'orge et voir qu'alors, en l'absence de ces grains, il y avait fermentation, avec production des mêmes organismes

que dans son expérience brute. Ce n'est donc pas de l'intérieur des grains d'orge que sort la levûre, comme le veut M. Fremy, puisqu'elle se produit quand les grains d'orge sont absents.

» 3e *expérience de M. Fremy.* — M. Fremy ajoute de la levûre de bière à de l'eau sucrée mêlée à de la craie en poudre; il en résulte une fermentation alcoolique et lactique, et notre confrère en déduit que la levûre de bière peut à volonté donner la fermentation alcoolique et la fermentation lactique. Rien n'est plus erroné que cette interprétation. L'expérience dont parle M. Fremy est précisément une de celles que j'ai employées jadis moi-même pour montrer avec quelle facilité la levûre lactique prend naissance dans un milieu sucré auquel on a ajouté de la craie. Ce n'est pas du tout, comme le dit M. Fremy, la levûre de bière qui produit la fermentation lactique; de la levûre lactique naît pendant la fermentation, et c'est elle, elle seule qui détermine la formation de l'acide lactique.

» 4e, 5e et 6e *expériences de M. Fremy.* — On voit bien, à la lecture de ces trois expériences, que M. Fremy n'y attache pas grand intérêt. Je les passerai sous silence, à moins, toutefois, que M. Fremy ne désire que je m'arrête à les critiquer. Je réserve néanmoins la seconde forme que M. Fremy donne à sa sixième expérience, parce que notre confrère s'est attaché ici à détruire les germes que pouvait apporter le lait, matière fermentescible dont il s'est servi. Je vais y revenir dans un instant.

» 7e *expérience.* — Elle porte sur le moût de raisin. Faite au contact de l'air ordinaire, au contact des poussières de la surface des grains de raisin, c'est encore une de ces expériences confuses qui ne peuvent conduire à un résultat dégagé d'incertitude. Je suis surpris que notre confrère s'étonne que le moût de raisin, filtré à plusieurs reprises, mette plus de temps à entrer en fermentation que le moût brut. Si, comme je le soutiens, la levûre du moût de raisin provient des germes qui sont à la surface des grains de raisin, quoi de plus naturel qu'une filtration soignée, qui doit éloigner ces germes, au moins en grande partie, retarde la fermentation du moût filtré? C'est le contraire qui aurait lieu de surprendre.

8e *expérience.* — Cette huitième expérience de M. Fremy offre un intérêt particulier. Je n'hésite pas à déclarer qu'elle constitue une importante découverte physiologique. En effet, M. Fremy prend une moisissure qui a poussé, par exemple, dans une solution d'acide tartrique; il aperçoit dans les tubes du mycelium de cette moisissure de petits corps ronds; il broie cette moisissure dans de l'eau sucrée, et il assiste alors, nous dit-il, à la

transformation de ces petits corps en véritables cellules de ferments, surtout des ferments lactique et butyrique, dit M. Fremy. Ce résultat, s'il était exact, ne contredirait pas mon opinion, puisque M. Fremy admet, au moins je le pense, que la moisissure de l'acide tartrique a pris son germe dans l'air atmosphérique. Ce serait un fait du même ordre que celui que j'ai publié en 1862 au sujet du *mycoderma vini*, qui peut se transformer en levûre alcoolique. Toutefois, et jusqu'à ce que M. Fremy ait publié les preuves de cette formation des levûres lactique et butyrique à l'aide de petits corps sortis des tubes de mycelium d'une moisissure, j'en conteste l'exactitude d'une manière absolue.

» Voilà ce que je pense, en gros, des six expériences que M. Fremy a faites au libre contact de l'air, expériences qui ne peuvent rien prouver, soit pour, soit contre sa manière de voir. Ce sont des fermentations, comme on en a fait de tout temps, où se trouvent réalisées certaines conditions propres à la naissance et à la multiplication des ferments, mais qui ne peuvent, en quoi que ce soit, servir à résoudre la question de l'origine de ces organismes.

» J'ai dit que, parmi les huit expériences de M. Fremy, il y en avait deux imitées de celles que j'ai publiées, et où M. Fremy s'est attaché à détruire les germes que l'air et les poussières à la surface des objets pouvaient apporter; dans ces expériences, néanmoins, notre confrère a vu naître des ferments vivants. Ici donc, il y a contradiction formelle avec les résultats que j'ai publiés.

» La première de ces deux expériences porte sur l'orge germée, et la seconde sur le lait.

» L'expérience sur le lait est la seule qui ait une apparence de valeur, car M. Fremy a vu se produire des organismes dans du lait qui avait subi une température de 115 degrés, et j'ai affirmé jadis que cette température était plus que suffisante pour rendre le lait inaltérable lorsqu'on l'exposait ensuite au contact de l'air pur. M. Fremy a montré à l'Académie, en mon absence, des vases contenant du lait altéré, quoique ce lait eût été préparé dans les conditions que je rappelle.

» Je réponds que l'expérience de M. Fremy a été mal faite, car voici un vase dont l'ouverture du col effilé est tournée vers le bas, et où le lait reste intact, quoiqu'il se trouve depuis une douzaine de jours à une température comprise, jour et nuit, entre 28 et 30 degrés. Un vase pareil, qui ne s'était pas altéré au bout de plusieurs jours, a été découvert, et, le surlendemain, on pouvait y distinguer au microscope au moins trois sortes

d'organismes. Aujourd'hui le lait est caillé par suite des fermentations que ces organismes ont provoquées.

» J'ai dit que l'expérience sur les grains d'orge germés était sans valeur, car j'ai donné, dans mon Mémoire de 1862, une méthode générale pour préparer des liquides propres à s'altérer après une ébullition à 100 degrés; mais ces mêmes liquides demeurent sans altération au contact de l'air pur, si l'ébullition a lieu à 100 et quelques degrés. Le lait est dans ce cas. J'ai répété dans ces conditions cette expérience sur les grains d'orge, et la liqueur n'a pas encore donné la moindre apparence de fermentation alcoolique, ni lactique, ni butyrique, quoique les vases soient dans une étuve dont la température reste comprise, jour et nuit, entre 28 et 30 degrés.

---

M. Pasteur, après avoir terminé sa lecture, dépose sur le bureau de l'Académie deux tubes contenant l'un du moût de raisin, l'autre du moût d'orange, moûts naturels, exposés au contact de l'air privé de ses germes. Ces liquides n'éprouvent aucune altération et ne donnent naissance à aucun organisme, ni ferments, ni moisissures. Pourtant, le premier tube, celui du moût de raisin, est à une température de 30 degrés depuis le 13 janvier, et celui de l'orange, à la même température depuis le 8 février.

Sur la demande que lui en adresse M. Fremy, M. Pasteur fait don de ces deux tubes à son confrère, en le priant d'en observer le contenu au microscope et de s'assurer à la fois de la présence de l'air atmosphérique, notamment du gaz oxygène, et de l'absence de tout organisme.

Pendant le comité secret, qui a suivi la séance, M. Pasteur a fait chercher du papier de tournesol rouge, a brisé, en présence de M. Fremy, le ballon de lait conservé qu'il venait de présenter à l'Académie comme preuve de l'erreur grave commise par M. Fremy dans sa sixième expérience, et il a reconnu que ce lait était encore alcalin comme le lait frais naturel. M. Fremy a même goûté ce lait, et s'est trouvé dans la nécessité de déclarer qu'il n'était pas du tout altéré.

INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE. — *Remarques au sujet des expériences de M.* Wolf *sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté;* par **M. Delaunay.**

« L'importance des expériences que vient de faire M. Wolf (1), sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté, n'aura échappé à personne.

---

(1) *Voir* plus haut, p. 441.

Ces miroirs sont de plus en plus employés dans les instruments d'astronomie, soit comme miroirs concaves destinés à former à leur foyer une image de l'astre que l'on veut observer, soit comme miroirs plans pour renvoyer simplement un faisceau de lumière dans une direction différente de sa direction primitive. On savait bien que de pareils miroirs réfléchissent la lumière incidente dans une proportion considérable, et l'on citait certains nombres attribués à L. Foucault pour préciser leur pouvoir réflecteur. Les expériences de M. Wolf nous fixent complétement sur ce point; elles montrent d'une manière très-nette que la perte de lumière, dans la réflexion sur les miroirs en verre argenté, est d'environ $6\frac{1}{2}$ pour 100, et cela quelle que soit l'incidence des rayons sur la surface réfléchissante. Je ne parlerai pas du résultat que M. Wolf a obtenu en opérant sur un miroir argenté depuis plusieurs années et dont l'argenture était très-détériorée; les miroirs employés dans les intruments d'astronomie ne doivent jamais atteindre un pareil degré de détérioration : ils doivent être argentés de nouveau, dès que leurs qualités réfléchissantes ont commencé à diminuer d'une manière notable.

» Je puis donner à ce sujet un renseignement intéressant, résultant de l'expérience acquise par M. Stephan, astronome de l'Observatoire de Marseille. On sait que nous avons dans cet Observatoire un magnifique télescope à miroir de verre argenté, de 80 centimètres de diamètre. M. Stephan m'écrivait dernièrement :

« J'estime qu'à Marseille, malgré le voisinage de la mer, le miroir du grand télescope ne doit être argenté que deux fois en trois ans, et encore pourrait-on dépasser cette limite, si le miroir était mieux protégé par sa monture. Actuellement, l'argenture date de plus d'un an, et je distingue encore les plus petites nébuleuses du catalogue de J. F. W. Herschell. »

» Le résultat des expériences de M. Wolf présente un intérêt tout spécial au moment où l'on construit, pour l'Observatoire de Paris, l'instrument dont M. Lœwy a fait connaître le principe à l'Académie dans sa séance du 2 octobre dernier. C'est, du reste, à l'occasion de cet instrument nouveau que les expériences de M. Wolf ont été entreprises. Dans l'instrument dont il s'agit, la lumière subit successivement deux réflexions sur des miroirs plans, inclinés de 45 degrés, et placés, l'un en dehors de la lunette, en avant de l'objectif, l'autre à l'intérieur, entre l'objectif et l'oculaire. Là, le phénomène se complique en raison de l'angle variable formé par les plans dans lesquels s'effectuent ces deux réflexions successives, d'où il résulte que la polarisation de la lumière doit jouer un rôle et influer sur la proportion

de lumière réfléchie sur le second miroir. M. Wolf a trouvé qu'en réalité l'influence nuisible due à la polarisation de la lumière se réduit à fort peu de chose. D'après ses expériences, la perte de lumière due à la succession des réflexions sur les deux miroirs est de 14 pour 100, si les plans de réflexion sont parallèles, et de 18 pour 100 s'ils sont perpendiculaires; c'est donc en moyenne une perte de 16 pour 100 : M. Lœwy, dans sa note du 2 octobre, l'évaluait à environ 15 pour 100. Il en résulte que, même dans le cas le plus défavorable au point de vue de l'effet de la polarisation, l'addition des deux miroirs à une lunette de 9 pouces d'ouverture ne réduira pas la quantité de lumière arrivant à l'oculaire dans une aussi forte proportion que le ferait la substitution d'un objectif de 8 pouces à celui de 9. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les phénomènes qui donnent naissance aux aurores boréales*. Note de **M. le Maréchal Vaillant.**

« L'atmosphère qui enveloppe notre terre ne peut pas se répandre d'une manière vague et indéfinie dans les espaces célestes : elle se termine à une surface plus ou moins nette et tranchée, et cette surface, par là même qu'elle fait la séparation de deux milieux de densités différentes, doit être la cause et le lieu de réflexions analogues à celles qui se produisent sur un verre non étamé.

» Supposons qu'un grand courant magnétique ou électrique, c'est la même chose, du moins quant à ce qui nous occupe en ce moment, s'élance vers le zénith magnétique et vienne jusqu'à une certaine distance de cette surface séparative dont nous avons parlé, nous verrons une réflexion d'autant plus intense que le jet réfléchi aura été plus violent et sa source rapprochée davantage du sommet de la coupole; cette réflexion sera l'aurore boréale. Le sommet de la coupole sera correspondant au prolongement de l'axe général des courants électriques. Rappelons que le pôle magnétique du point central des courants correspond, sur la surface de notre globe, à 75 ou 80 degrés de latitude nord-ouest. C'est vers le sommet de chaque jet, point de concours apparent des jets circonvoisins, qu'on doit voir les rayons de l'aurore boréale se rapprocher, se réunir, se croiser même, pour tous les observateurs; c'est en effet ce qui arrive et ce qui confirme la théorie. Finissons, en disant que le jet électrique central est animé à son point de départ d'une vitesse rotative dans le sens de l'est à l'ouest, parallèlement au mouvement général de la terre, de 400 à 500 lieues par 24 heures.

» Dans l'aurore du 4 février, le sommet du jet aurait été, d'après les observations les mieux constatées, à 35 ou 40 lieues de distance de la surface de la terre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits relatifs à quelques points particuliers de l'histoire de l'alcool propylique.* Note de **MM. J. Pierre** et **Ed. Puchot.**

« On a signalé, postérieurement à nos premières recherches sur l'alcool propylique, l'existence d'un monohydrate très-stable de cet alcool, distillant régulièrement, sans dédoublement, vers 85 degrés centigrades. Ayant eu à notre disposition une quantité assez considérable d'alcool propylique, dont la pureté nous était parfaitement connue, nous avons cru devoir en profiter pour préparer, sur une assez grande échelle et dans les conditions les plus favorables, cet hydrate, assez remarquable pour mériter une étude circonstanciée.

» Nous avons été conduits ainsi aux résultats suivants, comme résumé de nos recherches :

» *L'alcool propylique monohydraté, s'il existe comme espèce chimique et s'il peut se produire par le simple mélange de ses deux éléments, ne paraît pas pouvoir être distillé sans décomposition.*

» *Lorsqu'on soumet à la distillation un mélange, en proportions quelconques, d'eau et d'alcool propylique, la température d'ébullition du mélange est toujours inférieure à celle du liquide le plus volatil, mais elle ne s'abaisse jamais au-dessous de* 88°,3.

» *Au commencement de la distillation d'un pareil mélange, il se sépare toujours une certaine quantité d'un produit formé d'eau et d'alcool propylique, et qui bout vers* 88°,5. La quantité qui s'en sépare ainsi est d'autant plus considérable que les proportions d'eau et d'alcool du mélange soumis à la distillation se rapprochent davantage de 2 équivalents 78 centièmes pour 1 équivalent d'alcool.

» *Lorsque le mélange a été fait dans ces proportions, il distille entièrement, sans dédoublement, à la température fixe de* 88°,3.

» Lorsque la proportion d'eau contenue dans le mélange soumis à la distillation est plus considérable, il reste dans la cornue, à la fin de l'opération, de l'eau complétement privée d'alcool.

» Lorsque, au contraire, la proportion d'eau est inférieure à celle du mélange limite dont il a été question précédemment, il reste dans la cornue, à la fin de la distillation, de l'alcool propylique déshydraté.

» *Le seul produit hydraté distillable sans dédoublement que nous ayons pu*

*observer est celui qui contient 29°, 4 d'eau pour 100 d'alcool, ou 2 équivalents 78 centièmes pour 1 équivalent d'alcool propylique.* Ce n'est donc pas un hydrate à proportions simples. Il a pour densité 0°, 854.

» Le sel commun peut lui enlever, à la température ordinaire, 1 équivalent et 60 centièmes d'eau, et le carbonate de potasse desséché lui enlève facilement le reste.

» La facilité avec laquelle une partie de son eau lui est enlevée, la complexité du rapport qui existe entre ces deux éléments constitutifs, soit avant, soit après l'action du sel, nous conduisent à penser qu'il s'agit ici d'un mélange plutôt que d'une combinaison chimique.

» On ne peut pas invoquer, à l'appui de son existence comme espèce chimique, la constance de sa composition pendant la distillation, parce que certains mélanges, dont les parties sont spontanément séparables par le simple repos, peuvent distiller en proportions constantes et à température parfaitement invariable. (Eau et alcool amylique, eau et alcool butylique, eau et valérianate amylique, etc.) »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des lames élastiques vibrantes comme moyen de propulsion.* Note de **M. Ciotti**, présentée par M. Serret.

(Cette Note est renvoyée, ainsi que les précédentes Communications sur le même sujet, faites par l'auteur et par M. de Tastes, à une Commission composée de MM. Pâris, Dupuy de Lôme, Phillips.)

« M. Ciotti, en réponse aux affirmations de M. de Tastes, déclare qu'il a fait à Tours des expériences comparatives sur la puissance de propulsion de plusieurs lames élastiques et non élastiques, avec des mécanismes spécialement construits par MM. Berbier et Truffault, mécaniciens à Tours. Ces expériences, dont il n'a pas été donné connaissance à M. de Tastes, ont présenté des résultats très-intéressants.

» Quant à ce qui est relatif à la transmission du mouvement dans le bateau que M. Ciotti a fait construire à Tours à l'époque où Paris se trouvait investi, M. Ciotti s'est vu forcé de se servir d'une machine verticale gracieusement offerte par M. Loiseau. Dans la transmission du mouvement il y avait alors quelque analogie avec la transmission adoptée dans le petit modèle de M. de Tastes; mais, jugeant que ce dispositif était tout à fait défectueux, et convaincu qu'il pouvait faire beaucoup mieux, M. Ciotti y a complétement renoncé. »

M. E.-L.-Moreau soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « De la corrélation des forces physiques, chimiques et organiques ».

(Commissaires : MM. Dumas, Wurtz, Cl. Bernard.)

M. P. Soleillet adresse de Nîmes une Note, accompagnée d'un dessin, sur un projet d'aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. J. Chamard adresse, de Saint-Privat (Corrèze), une Lettre relative au système d'aérostats qu'il a déjà soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Drouet adresse une nouvelle Note relative au traitement du choléra par le collodion.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

La Commission nommée pour examiner le Mémoire de M. *A. Gillot*, sur la carbonisation du bois et l'emploi du combustible dans la métallurgie du fer, ayant été réduite par le décès de M. *Combes*, cette Commission sera reconstituée comme il suit: MM. Boussingault, Morin, Decaisne, H. Sainte-Claire Deville.

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *J. Chautard*, portant pour titre : « les Incendies modernes »;

2° Deux articles insérés dans le « Journal d'Agriculture et d'Horticulture de la Gironde », le 25 janvier et le 10 février, et intitulés : « Étude sur les divers phylloxera et leurs médications ». Ce document sera adressé à la Commission nommée pour les questions relatives au *Phylloxera vastatrix*.

M. le général commandant l'École d'application de l'artillerie et du génie sollicite le concours de l'Académie, pour la reconstitution de la bibliothèque de cette École; il prie également ceux de ses Membres qui

auraient des ouvrages en double de vouloir bien en disposer pour cet objet.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

La Commission des Lords de l'Amirauté adresse un exemplaire des cartes publiées récemment par l'*Hydrographic Office*. Quelques-unes de ces cartes sont spécialement relatives à la distribution du magnétisme terrestre.

M. Tresca, M. Boussinesq prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats aux places actuellement vacantes dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Janssen adresse à M. le Secrétaire perpétuel la Lettre suivante :

« Madras, 27 janvier 1872.

» J'arrive de l'intérieur. Pendant un mois après l'éclipse, j'ai fait des études de Physique céleste, que l'admirable pureté du ciel de Sholoor a singulièrement favorisées.

» J'ai eu l'honneur de vous adresser une lettre, le 19 décembre dernier, dans laquelle je vous annonçais la découverte, pendant l'éclipse, d'une nouvelle enveloppe gazeuse solaire, à base d'hydrogène, très-rare, très-étendue, située au delà de la chromosphère et que je nomme atmosphère *coronale*, pour rappeler que c'est elle qui produit la majeure partie du phénomène de la *couronne*. J'aurai l'honneur d'adresser bientôt à l'Académie un rapport général sur ces études.

» Je vais passer par Ceylan, pour recueillir une collection d'animaux destinés à notre Muséum d'histoire naturelle. Je ramène également tous les spécimens que j'ai pu me procurer des contrées que j'ai parcourues dans l'intérieur.

» Je pense être à Paris pour le commencement de mars. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'analyse spectrale de la lumière zodiacale.* Note de M. Respighi.

« Ayant lu dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 22 janvier dernier une Note de M. Liais sur l'analyse spectrale de la lumière zodiacale, note de laquelle résulterait la preuve que le spectre de cette lumière est continu, je crois opportun de faire connaître à l'Académie

les résultats que m'ont donnés quelques observations sur le même phénomène.

» Dans la soirée du 11 janvier, me trouvant sur la mer Rouge, à bord du vapeur anglais l'*Indostan*, j'analysai la lumière zodiacale avec un excellent spectroscope d'Hoffman, à vision directe, et je trouvai bien marquée la raie connue d'Angström sur le vert; cette raie paraissait séparée par une raie obscure d'une zone de spectre continu, dirigée vers la raie F.

» M. Lockyer, qui se trouvait à bord du même vapeur, observa, lui aussi, ce spectre et confirma pleinement mon observation.

» De plus, dans la matinée du lendemain, on put voir distinctement cette raie, quoique affaiblie par une vive lumière diffuse, dans l'atmosphère de la planète Vénus.

» Dans la soirée du 11 janvier, vers 8 heures, c'est-à-dire plus de 2 heures après le coucher du Soleil, la raie brillante et la zone du spectre continu se montrèrent bien distinctes sur la pyramide de la lumière zodiacale, à 20 degrés de hauteur au-dessus de l'horizon, et à une distance de plus de 10 degrés, tant à l'est qu'à l'ouest de la ligne médiane, ou dans l'axe de la pyramide.

» Autrefois, j'avais fait des observations spectroscopiques sur la lumière zodiacale, dans les Indes orientales, mais je n'avais pu voir distinctement la raie d'Angström, et je n'avais obtenu aucun résultat, parce que je n'avais pas pris les précautions nécessaires pour préserver l'œil de quelque lumière étrangère, dont l'éclat était suffisant pour voiler ladite raie et la zone brillante voisine.

» Dans la soirée du 4 février courant, à l'occasion de la belle aurore boréale, j'analysai avec le spectroscope la lumière jaune-verte, et je trouvai très-vive la raie verte connue, approximativement à la place 1241 de l'échelle de Kirchhoff, suivie d'une autre raie beaucoup moins brillante, à l'indice 1826 de la même échelle; je vis en outre diverses autres raies brillantes, mais beaucoup moins marquées.

» Pensant que l'aurore boréale se reproduirait dans la soirée suivante, après la disparition de la lumière crépusculaire, je me mis à observer le ciel et je le trouvai, dans toutes ses parties, éclairé d'une faible lumière qui produisait l'effet d'une phosphorescence générale. Dans l'attente de phénomènes plus marqués, je dirigeai provisoirement le spectroscope sur la lumière zodiacale, alors suffisamment intense, et bientôt je pus distinguer la raie verte et la zone voisine du spectre paraissant continu, tels que je les avais observés sur la mer Rouge, et qui embrassaient l'espace occupé par les raies de l'aurore boréale.

» Dirigeant ensuite le spectroscope sur la faible lumière qui éclairait le ciel, d'abord dans le méridien magnétique, puis dans tous les autres azimuts et à toutes les hauteurs, je fus surpris de trouver encore le même spectre, plus ou moins marqué, mais partout aussi distinct que sur la lumière zodiacale. De plus, le docteur Di Legge, un des assistants de l'Observatoire, vit distinctement ce spectre dans toutes les parties du ciel.

» Ces observations furent faites vers 7 ou 8 heures. Plus tard, vers 10 heures, dans aucune partie du ciel je ne pus rencontrer la moindre trace de ce spectre.

» Ce fait, que confirme une observation semblable faite par Angström en mars 1867, me semble assez important, car il tendrait à montrer l'identité de la lumière de l'aurore boréale avec la lumière zodiacale, et par suite la probabilité de l'identité de leur origine.

» Je profite de cette circonstance pour signaler à l'Académie un spectre stellaire extraordinaire qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé, et que j'ai eu la bonne fortune d'observer dans la nuit du 24 décembre 1871, à l'Observatoire royal de Madras, pendant que je passais en revue les spectres des belles étoiles de la *Croix du Sud*, du *Navire*, etc.

» Le spectre de l'étoile de 2$^e$ grandeur $\gamma$ du *Navire* ne présente aucune raie obscure bien distincte, mais parfois plusieurs raies brillantes, parmi lesquelles on en distingue une assez vive dans le rouge orange, deux très-vives et larges dans le jaune et une beaucoup plus intense et plus large dans le bleu. Ces raies se détachent sur un spectre continu assez faible.

» La raie rouge orange se trouve entre les deux raies C' et D, éloignée de la raie D d'environ un tiers de la distance CD. Le premier rayon jaune coïncide probablement avec la raie D et est séparé du second rayon jaune, aussi large que le premier, par une zone presque obscure, ayant environ la moitié de la largeur desdits rayons. Le quatrième rayon est environ moitié plus large que les rayons jaunes, et tombe entre les raies F et G, à une distance de F égale au $\frac{1}{8}$ environ de la distance FG. Son éclat est très-intense. Sur la totalité du spectre, et principalement sur la partie comprise dans les rayons jaunes et dans le bleu, se trouvent diverses raies brillantes, mais fines et très-faibles.

» Le spectroscope manquant de micromètre et d'échelle, je n'ai pu prendre d'exactes mesures de la largeur et de la position de ces raies brillantes, et je n'ai que des données approximatives, que je crois insuffisantes pour déterminer la substance ou le gaz enflammé auquel elles appartiennent.

» Dans la nuit du 5 janvier, me trouvant sur l'océan Indien, à bord de

l'*Indostan*, j'ai observé de nouveau ce spectre avec la lunette de notre Equatorial, et je l'ai retrouvé sensiblement identique à celui que j'avais vu à Madras.

» M. Lockyer et M. Pogson, directeur de l'Observatoire de Madras, auxquels j'eus le plaisir de montrer ce spectacle extraordinaire, ne furent pas moins surpris que moi, à la vue de ce spectre singulier. »

ASTRONOMIE. — *Sur la recherche de la planète perdue* (99) *Dike*. Note de **MM. Lœwy** et **Tisserand**, présentée par M. Delaunay.

« Dike, la 99e petite planète, a été découverte à Marseille le 28 mai 1868 par M. Borrelly, qui l'a observée depuis ce jour jusqu'au 12 juin; les observations manquent à partir de cette époque, soit à cause de la faiblesse de l'astre, qui était seulement de la 13e grandeur lors de la découverte, soit à cause de circonstances atmosphériques défavorables; on n'a même pas calculé de suite les éléments, de telle sorte qu'on ne l'a pas observée non plus à l'opposition de 1869. En 1870, M. de Gasparis, partant de trois des observations de M. Borrelly, a calculé les éléments de Dike, non pas en vue de la retrouver, mais simplement pour la reconnaître parmi les astéroïdes qu'on découvrirait dans l'avenir. C'est là tout ce qu'on sait à ce sujet, et depuis la planète ne figure plus dans les Recueils astronomiques qu'à raison de son numéro d'ordre. Nous nous sommes proposé de rechercher tout ce qu'on pouvait conclure des quinze jours d'observation de 1868, comprenant un mouvement héliocentrique de 5 degrés environ, pour l'opposition de 1872; la planète a accompli pendant ce temps les trois quarts de sa révolution; nous avons voulu fixer la zone dans laquelle il faut la rechercher.

» Les étoiles de comparaison dont s'était servi M. Borrelly sont des étoiles tirées des cartes de Chacornac, dont les positions peuvent être erronées par conséquent de plusieurs secondes en ascension droite et de une ou deux minutes en déclinaison; fort heureusement, ces étoiles ont été observées depuis à Paris aux instruments méridiens, chacune au moins deux fois; nous avons pu établir ainsi solidement la base de notre travail. Voici les observations de la planète, le nombre des observations méridiennes des étoiles de comparaison, et la différence O — C entre l'observation et le calcul fait d'après les éléments de M. de Gasparis :

| Temps moyen de Paris. | Asc. dr. app. de (99). | O — C. | Dist. pol. app. de (99). | O — C. | Étoile de comparaison. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | | |
| 1868 Mai 28,40 | 13.24.10,12 | +6, 3 | 99. 5.50,7 | +21,2 | 24913 Lal. | 5 obs. mér. |
| 29,41 | 13.23.54,50 | +6,94 | 99.12.57,8 | +20,2 | » | » |
| Juin 4,45 | 13.22.59,22 | +5,56 | 99.57.52,1 | +25,3 | Chacorn. | 3 et 4 obs. mér. |
| 5,41 | 13.22.56,93 | +5,33 | 100. 5.21,3 | +28,2 | » | *idem.* |
| 6,46 | 13.22.56,87 | +5,46 | 100.13.35,1 | +30,6 | » | *idem.* |
| 7,44 | 13.22.58,67 | +5,57 | 100.21.20,0 | +29,2 | » | *idem.* |
| 8,39 | 13.23. 2,16 | +5,61 | 100.28.42,9 | +12,5 | » | *idem.* |
| 9,37 | 13.23. 6,88 | +5,08 | 100.36.44,3 | +20,8 | 397 Weisse. | 3 et 2 obs. mér. |
| 10,40 | 13.23.14,68 | +5,32 | 100.45.26,6 | +37,0 | Chacorn. | 2 obs. mér. |
| 11,39 | 13.23.23,59 | +5,14 | 100.53.34,7 | +33,8 | » | 3 obs. mér. |
| 12,39 | 13.23.34,74 | +5,29 | 101. 1.56,8 | +37,4 | » | 1 obs. mér. |

» On voit que les différences O — C suivent une marche régulière, sauf pour la déclinaison, les 8 et 9 juin; il est probable qu'une faible étoile aura été observée ces jours-là, au lieu de la planète; nous avons exclu ces deux observations. Nous avons ensuite formé trois lieux normaux, le premier avec les observations du 28 et du 29 mai, le second avec celles des 4, 5, 6, 7 juin, le dernier avec celles des 10, 11 et 12 juin; voici ces lieux normaux :

| | Date. | Æ app. | P app. | Longitude L. | Latitude λ. | $L_o - L_c$. | $\lambda_o - \lambda_c$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | ° ′ ″ | ° ′ ″ | ° ′ ″ | ′ ″ | |
| I....... | Mai 29,0 | 13.24. 0,59 | 99.10. 3,1 | 202.49.40,57 | −0.18.19,25 | +1.41,04 | +18,16 |
| II...... | Juin 5,0 | 13.22.57,81 | 100. 2. 9,6 | 202.54.40,86 | −1.12.26,79 | +1.26,47 | + 5,06 |
| III..... | Juin 11,5 | 13.23.24,80 | 100.54.31,3 | 203.20.19,26 | −1.58.34,59 | +1.25,26 | − 4,82 |

» Il n'y avait pas lieu d'employer la méthode de Gauss, qui, parmi une infinité d'orbites presque également probables, nous aurait donné seulement celle qui représente les lieux normaux, et avec leurs erreurs. Dès lors, ce qui se présentait de plus naturel était de faire varier les éléments, pour faire disparaître d'abord les différences O — C, et rechercher ensuite, avec les erreurs maxima des observations, les variations des constantes qui donnent le plus grand écart entre toutes les trajectoires possibles. Voici les équations différentielles auxquelles nous sommes arrivés.

$$0 = +1{,}425\,dl_o - 1{,}651\,d\varphi - 0{,}9361\,d\varpi - 99{,}05\,d\mu + 0{,}0460\,d\Omega - 0{,}0051\,di - 101{,}04$$
$$0 = +2{,}302\,dl_o - 1{,}519\,d\varphi - 0{,}8960\,d\varpi - 89{,}59\,d\mu + 0{,}0449\,d\Omega - 0{,}0200\,di - 86{,}45$$
$$0 = +2{,}193\,dl_o - 1{,}392\,d\varphi - 0{,}8602\,d\varpi - 79{,}77\,d\mu + 0{,}0437\,d\Omega - 0{,}0327\,di - 85{,}21$$
$$0 = -0{,}661\,dl_o + 0{,}260\,d\varphi + 0{,}2635\,d\varpi - 0{,}91\,d\mu + 0{,}3940\,d\Omega - 0{,}0217\,di - 18{,}16$$
$$0 = -0{,}652\,dl_o + 0{,}211\,d\varphi + 0{,}2619\,d\varpi - 0{,}67\,d\mu + 0{,}3772\,d\Omega - 0{,}0844\,di - 5{,}08$$
$$0 = -0{,}641\,dl_o + 0{,}167\,d\varphi + 0{,}2591\,d\varpi - 1{,}14\,d\mu + 0{,}3609\,d\Omega - 0{,}1376\,di + 4{,}82$$

» Quand on cherche à résoudre ces équations, il arrive qu'après avoir éliminé quatre des inconnues, les deux autres disparaissent presque entièrement; c'est qu'en effet les six équations précédentes n'en forment guère que quatre distinctes; l'élément $\varpi$ est le moins bien déterminé; $i$ et $\Omega$ sur-

tout sont très-bien déterminés, malgré le faible intervalle des observations; cela tient à une circonstance particulière très-avantageuse : la planète a traversé l'écliptique un peu avant les observations de 1868.

» Nous ne pouvions donc arriver à aucune conclusion rigoureuse en partant des équations précédentes; elles nous ont été, toutefois, d'un grand secours, en nous fournissant des vérifications pour les calculs ultérieurs, et nous permettant de construire un système d'éléments bien plus approché que celui de M. de Gasparis, puisque les erreurs en longitude ne dépassent pas $4'',0$ et les erreurs en latitudes $1'',2$. Nous avons eu recours à une autre méthode qui nous a permis de résoudre la question. Nous appuyant sur le dernier système d'éléments, nous avons calculé $\log \rho'$ et $\log \rho'''$, $\rho'$ et $\rho'''$ étant les distances de la planète à la Terre dans les lieux extrêmes. C'est là notre point de départ pour le calcul des éléments exacts et la fixation des limites entre lesquelles la planète est comprise aujourd'hui.

» Par les deux lieux extrêmes déterminés par les observations, et les valeurs précédentes de $\log \rho'$ et $\log \rho''$, nous faisons passer une orbite; elle porte le numéro I dans notre tableau final; elle donne pour la longitude et la latitude du lieu intermédiaire des erreurs qu'on trouve dans ce tableau. Nous recommençons le même calcul deux fois, une première en augmentant $\log \rho'$ de 0,001 sans toucher à $\log \rho'''$, une seconde en diminuant $\log \rho'''$ de 0,003 sans toucher à $\log \rho'$, et nous calculons les erreurs correspondantes du lieu moyen. Ce sont les orbites II et III du tableau. Par une interpolation facile, nous concluons de ce qui précède les erreurs qu'on trouverait, en partant de valeurs quelconques, quoique toujours petites de $d \log \rho'$ et $d \log \rho'''$, et nous déterminons $d \log \rho'$ et $d \log \rho'''$ de façon à représenter rigoureusement le lieu moyen; nous calculons cette quatrième orbite, et nous trouvons que les trois lieux sont représentés exactement; les éléments les plus probables sont maintenant trouvés.

» Pour ce qui suit, nous supposons les lieux extrêmes exacts; leurs erreurs se reporteront sur le lieu moyen ; nous admettons que ce lieu moyen ne puisse pas être en erreur de plus de 3 secondes sur la longitude et sur la latitude, en plus ou en moins; nous sommes conduits à cette supposition par la précision de la détermination des étoiles de comparaison. Dès lors, toutes les orbites qui passent par les lieux extrêmes et représentent le lieu moyen à moins de 3 secondes en longitude et en latitude géocentriques, sont des orbites compatibles avec les observations. Que l'on calcule donc dans chacune de ces orbites le lieu de la planète pour une même époque voisine de l'opposition actuelle, le 19 février 1872 par exemple, et l'on

aura les positions que la planète peut occuper ce jour-là. Il ne reste plus qu'à trouver les deux orbites qui conduisent aux positions les plus distantes sur la sphère céleste. — Par un calcul direct, nous avons trouvé que si l'on diminue la longitude du lieu moyen de 1868 de 1 seconde, il en résulte des variations de $+1°23'$ et $+0°8'$ dans la longitude et la latitude du 19 février 1872; ces variations deviennent respectivement $+3°8'$, et $+0°,34'$ quand on diminue la latitude du lieu moyen de $1''$. Il en résulte qu'on obtiendra les changements les plus grands, à la fois en longitude et en latitude, en diminuant simultanément la longitude et la latitude du lieu moyen de $3''$, ou en les augmentant simultanément de la même quantité. Nous avons donc déterminé les valeurs correspondantes de $\log \rho'$ et $\log \rho'''$, et deux nouvelles orbites, V et VI avec les valeurs trouvées.

» Il fallait enfin calculer trois éphémérides répondant à l'orbite la plus probable IV, et aux orbites limites V et VI; c'est ce que nous avons fait. Ces éphémérides vont paraître dans le *Bulletin astronomique de l'Observatoire;* c'est entre les lieux indiqués chaque jour par les éphémérides V et VI, et de préférence vers ceux donnés par l'éphéméride IV que les astronomes devront rechercher la planète Dike. Nous nous contenterons d'indiquer ici que, pendant plus d'un mois, du 1er mars au 8 avril, l'époque la plus favorable pour la découverte, la planète restera comprise dans une zone presque rectangulaire, longue de 27° dans le sens de l'équateur, et large de 4° dans le sens du cercle horaire. Si quelques personnes pensent que le lieu moyen puisse être entaché d'une erreur supérieure à $3''$ en plus ou en moins pour chaque coordonnée, elles pourront étendre quelque peu les limites précédentes; nous n'avons pas cru devoir tenir compte des perturbations, leur effet n'étant pas comparable à celui qui résulte d'une faible erreur dans l'une des observations. Voici le tableau des six orbites dont nous avons parlé :

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\log \rho'$ ....... | 0,123.2129 | 0,124.2129 | 0,123.2129 | 0,118.7129 | 0,122.4000 | 0,115.0200 |
| $\log \rho'''$ ....... | 0,157.1243 | 0,157.1243 | 0,154.1243 | 0,152.6243 | 0,155.4700 | 0,149.7700 |
| $\log a$ ........ | 0,451.7590 | 0,462.8378 | 0,483 7140 | 0,446.6388 | 0,459.1120 | 0,434.7942 |
| M.......... | 351.27.35,3 | 349.53.11,4 | 347.39.32,6 | 350.36.10,7 | 249.48.55,8 | 351.41. 1,5 |
| $\varphi$........... | 13.59.47,9 | 15.16.28,4 | 17.54.18,9 | 13.47.29,7 | 14.59.30,6 | 12.38.46,2 |
| ☊.......... | 41.36.42,9 | 41.34.46,3 | 41.35.31,6 | 41.43.41,5 | 41.37.38,5 | 41.49.45,4 |
| $i$........... | 14. 2.54,4 | 13.57.58,5 | 13.42. 1,0 | 13.53.17,3 | 13.55.13,9 | 13.51.18,5 |
| $\pi$ .......... | 239. 9.16,7 | 242.38.34,9 | 248.59.14,3 | 240.35.34,3 | 242.37. 4,4 | 238.17.38,7 |
| $L''_o - L''_c$ .... | −5,44 | −4,91 | − 0,21 | 0,00 | −3,26 | +3,33 |
| $\lambda''_o - \lambda''_c$ ..... | −0,13 | −3,60 | −10,46 | 0,00 | −2,98 | +2,91 |

» Époque : 5 juin 1868, temps de Paris, Équinoxe moyen : 1868.0.

» M est l'anomalie moyenne, $i$ l'inclinaison; ☊ et $\pi$ sont les longitudes du nœud et du périhélie. »

M. **Delaunay**, en présentant la Note précédente de MM. *Lœvy* et *Tisserand*, fait remarquer que, vu la petitesse de la planète à retrouver ($14^e$ grandeur) et l'étendue de la zone dans laquelle il y a lieu de la chercher, il est à désirer que cette recherche soit faite simultanément dans plusieurs observatoires où l'on peut disposer d'instruments puissants. Pour faciliter le travail, il convient de le diviser; les observateurs de Marseille vont être invités à concentrer leurs efforts dans la première moitié de la zone indiquée, c'est-à-dire entre $7^h 10^m$ et $8^h 30^m$ d'ascension droite : c'est donc dans la seconde moitié de cette zone que d'autres observateurs devront principalement s'appliquer à chercher la planète.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques.* Note de M. **Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

CUBIQUES DOUÉES D'UN POINT CUSPIDAL.

« 1. *Notations.* — Nous désignerons par $\mu$ et $\mu'$ les deux caractéristiques d'un système de courbes, par $\mu$ le nombre des courbes qui passent par un point quelconque, et par $\mu'$ celui des courbes tangentes à une droite quelconque.

» Soient les courbes du troisième ordre (des cubiques), douées d'un point cuspidal. Alors on sait qu'elles sont aussi de la troisième classe et douées d'une seule tangente d'inflexion, et qu'elles ont pour correspondantes dans une figure réciproque des courbes douées des mêmes singularités. Désignons par $c$ l'ordre du lieu des points cuspidaux des courbes du système, et par $r$ la classe de l'enveloppe des tangentes à ces points; par $c'$ la classe de l'enveloppe des tangentes d'inflexion, et par $r'$ l'ordre du lieu des points d'inflexion.

» 2. *Courbes singulières.* — Une courbe du système peut dégénérer en une conique et une droite qui y est tangente. Si l'on regarde la même courbe singulière comme enveloppe de ses tangentes, elle sera composée de la conique et du point de contact. Ce point, où le point de contact de l'une des trois tangentes menées d'un point quelconque coïncide avec le point cuspidal, sera un *sommet* (*), c'est-à-dire un point où la courbe est

(*) *Voir* la Communication de M. Chasles au *Compte rendu* du 22 avril 1867. M. Chasles parle seulement de sommets placés sur des courbes multiples, mais ici nous donnons à ce nom une signification plus étendue. Lorsque, dans un système de courbes d'ordre quelconque, une courbe singulière est douée d'un *nouveau* point double, celui-ci compte pour

tangente à toute courbe qui passe par lui. A ces courbes singulières correspondent, dans une figure réciproque, des courbes douées des mêmes propriétés. Un système de courbes tangentes à six courbes données contient, en général, un nombre de ces courbes singulières.

» Un système de courbes du troisième ordre et de la troisième classe peut aussi renfermer d'autres courbes singulières : une courbe composée d'une droite double et d'une droite simple, ou bien, si on la regarde comme enveloppe de droites, d'un sommet double au point d'intersection des deux droites et d'un sommet simple placé à un autre point de la droite double; une courbe composée de trois droites passant par un même point qui sera un sommet triple; une droite triple douée de trois sommets.

» Ce n'est qu'en disposant des positions des droites composantes et des sommets qu'on peut assujettir ces trois dernières espèces de courbes singulières à des conditions de contact avec des courbes données. Le nombre des constantes disponibles n'étant dans ces cas que de cinq, on voit qu'*un système assujetti à six conditions de contact ne contient, en général, aucune de ces courbes singulières*.

» Toutefois, on ne doit pas dire qu'un système *quelconque* n'en contient en général aucune. En effet, on aura encore à sa disposition la position du point cuspidal, qui est un point de la droite double ou triple, ou celle de la tangente d'inflexion, qui est une droite, par le sommet double ou triple, etc. Mais on ne peut satisfaire, par ces dispositions, à des conditions de contact.

» Nous ne parlerons, dans ce qui suit, que de systèmes où il n'y a aucune de ces courbes ayant des branches (et sommets) multiples. Sans cette restriction, il serait, en général, impossible d'exprimer le nombre des courbes satisfaisant à une septième condition par les *seules* caractéristiques $\mu$ et $\mu'$. Les seules courbes singulières qui restent à nos systèmes sont donc celles qui sont composées d'une conique et d'une de ses tangentes. Nous en désignerons le nombre par $\sigma$.

» 3. *Formules*. — En cherchant, au moyen du principe de correspondance, les nombres des courbes d'un système qui rencontrent une droite en deux points coïncidents, ou auxquelles on peut mener d'un point quel-

---

deux sommets, et un *nouveau* point cuspidal compterait pour trois; mais dans le cas où seulement un point qui est double pour toutes les courbes du système devient cuspidal, on n'y a qu'un sommet simple. A un sommet correspond dans la figure réciproque une droite faisant partie d'une courbe du système.

conque deux tangentes coïncidentes, on trouve les deux formules (*) :

$$(1) \qquad 4\mu = \mu' + 3c, \qquad 4\mu' = \mu + 3c'.$$

» On trouve de même, au moyen du principe de correspondance,

$$c + (\mu + c) = 2r + c,$$

ou bien

$$(2) \qquad 2r = \mu + c, \qquad 2r' = \mu' + c',$$

et

$$3c + \mu' = 3r + \sigma,$$

ou bien, suivant les formules (1) et (2),

$$(3) \qquad 2\sigma = \mu + \mu'.$$

» 4. *Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires.* — Les formules précédentes, étant applicables à un système de courbes tangentes à six courbes données, resteront en vigueur si ces courbes se réduisent à des points et à des droites. Il ne sera pas difficile de déterminer au moyen de la formule (3) les caractéristiques des systèmes qu'on obtient ainsi et qu'on appelle les *systèmes élémentaires* (**). Je désigne par $(\alpha p, \beta l)$ le système déterminé par $\alpha$ points et $\beta$ tangentes donnés $(\alpha + \beta = 6)$.

» *Système* $(3p, 3l)$ : On trouve ici sans difficulté

$$\sigma = 3.2 + 3.4.2 + 3.3.2 + 3.3(4+4) + 3.4.2 + 3.3.2 + 3.2 = 168,$$

où nous avons distingué les différents groupes de courbes singulières (***). On aurait dans une figure réciproque un système de courbes douées des mêmes propriétés et satisfaisant aux mêmes conditions. On aura donc

(*) Ces deux formules ne présentent pas un accord parfait avec celles qu'a données M. Chasles dans sa Communication du 22 avril 1867, où $\nu$ et $i$ correspondent à nos notations $\mu'$ et $c'$. Le coefficient 3, que nous avons substitué au coefficient 2 de M. Chasles, résulte cependant, soit d'une recherche directe, soit d'une application de ces formules à des cas où l'on sait déterminer par d'autres moyens toutes les quantités qui entrent dans les formules.

(**) Comparer la méthode dont je fais usage pour déterminer les caractéristiques de systèmes de coniques ou de quadriques (*Nouvelles Annales*, 1866 et 1868).

(***) Quant au terme $3.3(4+4)$, je rappellerai que, dans un système de coniques $(\mu, \mu')$, l'ordre du lieu des points de contact des tangentes menées d'un point fixe est $\mu + \mu'$.

$\mu = \mu'$, et, suivant la formule (3),

$$\mu = \mu' = 168.$$

Puis les formules (1) montrent que $c = c' = 168$.

» *Système* $(4p, 2l)$ : $\mu'$ étant la caractéristique $\mu$ du précédent système est 168,

$$\sigma = 1 + 2.2.2 + 4 + 4.2(4+2) + 4.4.2 + \frac{4.3}{2}2.2 + \frac{4.3}{2}4 = 141.$$

On trouve donc

$$\mu = 114, \quad c = 96, \quad c' = 186.$$

» *Système* $(5p, l)$ : $\mu' = 114$,

$$\sigma = 2 + 5(1+2) + 5.2.2 + \frac{5.4}{2} + \frac{5.4}{2}4 = 87,$$

d'où

$$\mu = 60, \quad c = 42, \quad c' = 132.$$

» *Système* $(6p)$ : $\mu' = 60$,

$$\sigma = 6.2 + \frac{6.5}{2}2 = 42,$$

d'où

$$\mu = 24, \quad c = 12, \quad c' = 72.$$

» On peut aussi déterminer la caractéristique $\mu$ de ce système par d'autres moyens.

» En substituant partout $l$ à $p$ et des lettres accentuées aux lettres sans accent, et réciproquement, on aura les caractéristiques des autres systèmes élémentaires.

» Les formules (1)-(3) sont encore applicables à des systèmes de courbes tangentes à des droites données en des points donnés et satisfaisant du reste à des conditions élémentaires; car quand même les six conditions de contact ne seront plus alors indépendantes entre elles, il n'y aura pas non plus dans ces systèmes des courbes douées de branches multiples. On trouve en appliquant la formule (3) à ces systèmes et en désignant par $(pl)$ la condition de toucher une droite donnée en un point donné

$$N[3p, 2l, (pl)] = 54, \quad N[4p, l, (pl)] = 36, \quad N[5p, (pl)] = 18,$$
$$N[2p, l, 2(pl)] = 18, \quad N[3p, 2(pl)] = 12, \quad N[p, 3(pl)] = 6.$$

» Ces résultats seront justes si l'on y substitue les conditions $l$ aux conditions $p$, et réciproquement.

» 5. *Applications.* — Il y a, suivant un théorème (*) de M. Chasles, dans un système de courbes $n'\mu + n\mu'$ qui touchent une courbe de l'ordre $n$ et de la classe $n'$. On trouve, par une application successive de ce théorème aux systèmes élémentaires et aux nouveaux systèmes, dont on détermine ainsi les caractéristiques (méthode de substitution de M. Chasles), l'expression suivante du nombre N des cubiques à point cuspidal qui touchent sept courbes données (des ordres $n_1, n_2, \ldots, n_7$ et des classes $n'_1, n'_2, \ldots, n'_7$),

$$N = 24(\Sigma_7 + \Sigma_0) + 60(\Sigma_6 + \Sigma_1) + 114(\Sigma_5 + \Sigma_2) + 168(\Sigma_4 + \Sigma_3),$$

où $\Sigma_i$ représente la somme $n_1 n_2 \ldots n_i n'_{i+1} \ldots n'_7 +, \ldots,$ des produits des ordres de $i$ courbes données et des classes des autres.

» Dans la recherche des caractéristiques de systèmes de cubiques douées d'un point double, on aura besoin de connaître les nombres des cubiques ayant un point cuspidal à un point donné [condition que nous désignerons ici par $(cp)$] et satisfaisant du reste à des conditions élémentaires. On trouve ces valeurs au moyen de la formule suivante :

$$N[(\alpha + 2)p, \beta l] = N[\alpha p, \beta l, (pl)] + 3N[\alpha p, \beta l, (cp)].$$

On trouve ainsi

$$N[\alpha p, \beta l(cp)] = 2, 8, 20, 38, 44, 32,$$

$\alpha$ étant 5, 4, 3, 2, 1, 0 respectivement, et $\beta = 5 - \alpha$. »

M. Chasles, en présentant ce travail de M. Zeuthen, ajoute les remarques suivantes :

« M. Zeuthen, professeur de l'Université de Copenhague, s'est fait connaître de l'Académie notamment par un excellent Mémoire intitulé : *Nouvelle Méthode pour déterminer les caractéristiques des systèmes de coniques* (voir *Comptes rendus*, t. LXII, 1866, p. 177, et t. LXIV, p. 262). Cette méthode repose sur la détermination de l'*ordre de multiplicité* des *coniques exceptionnelles*, ou *quasi-coniques*, qui existent dans presque tous les systèmes de coniques satisfaisant à quatre conditions données, et dont il faut tenir compte : recherches souvent très-épineuses, surtout dans les questions de

(*) *Comptes rendus*, 15 février 1864, dans une Note. Le théorème ne cesse pas d'être vrai si la courbe donnée et toutes les courbes du système ont des points doubles ou cuspidaux.

contacts d'ordre supérieur, et dont l'auteur a surmonté les difficultés avec autant de rigueur que de talent et de sûreté de jugement.

» Le travail actuel, qui présentait aussi des difficultés multiples du même genre, marque un pas considérable dans la théorie générale des courbes, puisque maintenant la méthode propre à la théorie des coniques, par laquelle on remplace, à l'aide du principe de correspondance, les équations de condition et les éliminations de l'Analyse, par de simples substitutions de conditions quelconques à des conditions élémentaires, s'appliquera aux cubiques.

» J'éprouve une double satisfaction, dans ce moment, en pouvant ajouter que déjà M. Maillard, jeune professeur attaché à la section mathématique des hautes Études, a fait de cette question si importante le sujet d'une excellente thèse pour le doctorat, thèse soumise à la Faculté des Sciences en juillet 1870, et qui, le 16 décembre 1871, a obtenu les éloges les plus mérités et les plus flatteurs du jury d'examen (MM. Serret, Briot, Ossian Bonnet).

» Le travail de M. Zeuthen n'en conserve pas moins un mérite propre et une utilité réelle, car la marche n'y est pas la même, autant que l'on peut en juger par la première partie, où les résultats numériques toutefois sont concordants. Les difficultés que présentaient les cas si variés du sujet auront exigé, de part et d'autre, des vues, des expédients, des relations différentes entre tous les éléments de chaque cas, qui seront autant d'acquisitions actuelles et d'indications précieuses, quand on étendra ces recherches aux courbes du quatrième ordre, et bientôt après sans doute aux courbes d'ordre quelconque. Car, ainsi que j'ai eu l'honneur de le dire à l'Académie dans le cours de mes Communications concernant cette théorie des deux caractéristiques, « ce qui manque principalement, pour que la » théorie des courbes d'ordre supérieur soit aussi complète, ou du moins » aussi avancée que celle des coniques, c'est de connaître les caractéris- » tiques des *systèmes élémentaires* de chaque ordre de courbes ». (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 326.) Et tel a été le sujet des recherches de MM. Maillard et Zeuthen. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant lorsqu'on met une masse métallique en rotation entre ses pôles.* Note de **M. J.-L. Soret.**

« L'étude des courants d'induction qui se produisent dans les bobines ou les masses polaires d'un électro-aimant, entre les pôles duquel on met

en rotation un disque ou une sphère métallique, a été dernièrement l'objet de plusieurs communications à l'Académie (1).

» Je demande la permission de rappeler qu'en 1857 j'étais arrivé à des résultats tout à fait concordants avec ceux que M. Violle et M. de Jacobi ont récemment obtenus. Dans un Mémoire intitulé : *Sur les variations d'intensité que subit le courant électrique lorsqu'il produit un travail mécanique* (publié en extrait dans les *Conmptes rendus*, t. XLV, p. 301, 1857; et *in extenso* dans les *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XIV, p. 337, 1858), j'avais cherché à donner la démonstration expérimentale du fait que, dans tous les cas où un courant électrique produit un travail mécanique positif, on observe une diminution d'intensité du courant; et qu'inversement, l'intensité augmente si le travail mécanique est négatif. J'avais étudié le cas spécial où l'on fait tourner rapidement une sphère métallique entre les pôles d'un électro-aimant; j'avais trouvé que lorsqu'on met la sphère en rotation, l'intensité du courant passant dans les bobines de l'aimant subit une petite augmentation, qui cesse quand la vitesse est devenue constante; puis, lorsque le mouvement se ralentit, le courant s'affaiblit un peu.

» Comme ces expériences, faites par une méthode directe, sont fort délicates et auraient pu laisser quelque doute, j'ajoutais :

« Je suis, au reste, peu porté à croire à une augmentation permanente d'intensité du courant, dans ce cas qui diffère beaucoup de ceux où l'électricité dynamique produit un travail mécanique. En effet, en supposant que le mouvement de rotation soit uniforme, les courants qui se développent dans la sphère doivent présenter une sorte de constance, et une portion quelconque de l'espace occupé par la sphère doit posséder constamment un état électrique identique, bien qu'elle soit traversée successivement par différents points matériels. On pourrait donc concevoir, à la place de cette sphère, un système fixe de conducteurs, présentant le même état électrique que la boule de cuivre en mouvement; or, évidemment, ce système fixe ne pourrait pas modifier l'intensité des courants, fixes également, qui circulent autour de l'électro-aimant.

» Je crois donc que, lorsqu'on met la sphère en rotation, tant que sa vitesse va en s'accélérant, il se développe un courant d'induction qui s'ajoute au courant primitif; quand le mouvement est uniforme, l'intensité est la même que si la sphère était immobile; enfin quand la rotation se ralentit, le courant s'affaiblit un peu.

» A l'appui de cette manière de voir, je puis citer l'expérience suivante : on a entouré d'un fil de cuivre recouvert de soie les armatures entre lesquelles la sphère tourne. Les deux extrémités de ce fil ont été mises en communication avec un galvanomètre. Lorsqu'on mettait la sphère en rotation, on observait une déviation de 5 ou 6 degrés dans un sens; quand

(1) *Comptes rendus* du 11 septembre 1871, et des 22 et 29 janvier 1872.

on faisait cesser le mouvement, l'aiguille déviait à peu près de la même quantité dans l'autre sens. Il n'est pas possible de maintenir une rotation égale pendant assez longtemps pour que l'aiguille cesse d'osciller; mais, pour reconnaître s'il y a un courant induit dans le fil pendant que le mouvement est uniforme, il n'y a qu'à mettre la sphère en rotation avant d'établir la communication avec le galvanomètre : le circuit n'étant pas fermé, il ne peut s'y développer de courant induit, et par conséquent l'aiguille reste immobile. Quand le mouvement est devenu uniforme, on établit la communication avec le galvanomètre; dans ce cas, s'il y avait un courant induit, l'aiguille subirait une déviation : or c'est ce qui n'a pas lieu.

» Ce cas ne rentre donc pas dans la règle ordinaire, ce qui s'explique parce que le courant ne produit pas réellement un travail mécanique : il agit comme une force qui serrerait un frein; la résistance qu'éprouve la sphère est analogue à un frottement, et la force mécanique consommée par cette résistance se convertit en chaleur, suivant l'expérience de M. Foucault. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la polarisation dans l'élément voltaïque.* Note de **M. E. Branly**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une suite de recherches sur la polarisation, je me suis proposé de mesurer, au moyen d'un électromètre, la force électromotrice de polarisation développée sur la lame du pôle positif, quand l'intensité du courant augmente, depuis zéro jusqu'au maximum qu'elle peut atteindre avec l'élément employé.

» Quand le circuit est ouvert, on sait que la différence de potentiel ou des tensions aux deux pôles, mesurée avec un électromètre, est proportionnelle à la force électromotrice obtenue par la méthode de Poggendorff.

» Quand le circuit est fermé, la différence totale des tensions développées au siége de la force électromotrice est égale à la somme des différences que l'on obtient en mesurant les différences de tensions entre trois points quelconques du circuit A et B, B et C, C et A.

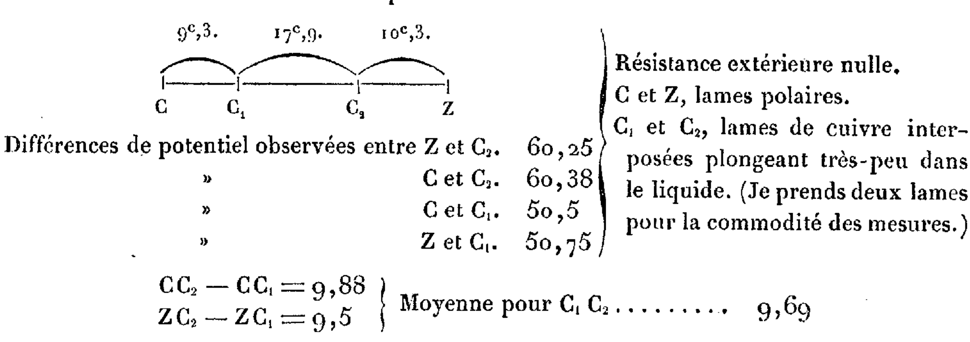
» Dans les éléments à un seul liquide, cette différence totale diminue quand l'intensité augmente; cette diminution est produite par ce qu'on appelle *la polarisation*.

» J'ai employé un élément de Volta à un seul liquide. Une auge prismatique en verre de 40 centimètres de long et 4 centimètres de large, contenait de l'eau acidulée avec $\frac{1}{50}$ d'acide sulfurique; dans toutes les expériences qui suivent, on y versait 750 centimètres cubes du mélange. Aux extrémités de l'auge se trouvaient les plaques polaires larges de 4 centimètres, l'une en zinc amalgamé et l'autre en cuivre.

» Supposons dans l'auge une lame de cuivre $C_1$ placée entre le cuivre C et le zinc amalgamé Z; en corrigeant les différences de potentiel observées,

de l'effet dû à la résistance du liquide interposé, la différence entre C et $C_1$ représentera la polarisation du cuivre (l'expérience électrométrique montre que C, pendant le passage du courant, se comporte comme un métal oxydable par rapport à $C_1$); la différence entre Z et $C_1$ donne la force électromotrice d'un élément zinc amalgamé et cuivre.

» Voici les détails d'une expérience :




Résistance extérieure nulle.
C et Z, lames polaires.
$C_1$ et $C_2$, lames de cuivre interposées plongeant très-peu dans le liquide. (Je prends deux lames pour la commodité des mesures.)

| | |
|---|---|
| Différences de potentiel observées entre Z et $C_2$. | 60,25 |
| » C et $C_2$. | 60,38 |
| » C et $C_1$. | 50,5 |
| » Z et $C_1$. | 50,75 |

$$\left.\begin{array}{l} CC_2 - CC_1 = 9{,}88 \\ ZC_2 - ZC_1 = 9{,}5 \end{array}\right\} \text{Moyenne pour } C_1\,C_2 \ldots\ldots\ldots \quad 9{,}69$$

» La différence produite par la résistance d'un centimètre de liquide est $\frac{9,69}{17,9} = 0,54$

$$0,54 \times 9,3 = 5,02,$$
$$0,54 \times 10,3 = 5,56,$$

$CC_1$ force électromotrice de polarisation du cuivre.... $= 50,5 - 5,02 = 45,48$.

» La force électromotrice de polarisation de l'élément (représentée par $E' - p$ dans la formule $I = \frac{E' - p}{R}$) est égale à $9,69 + 5,02 + 5,56 = 20,27$

$$ZC_2 \quad \text{ou} \quad E' = 60,25 + 5,56 = 65,81,$$

E force électromotrice $ZC_2$ quand le circuit est ouvert $E = 69,2$.

» Le tableau suivant donne une idée de la façon dont varie la polarisation.

*Valeur de l'intensité* (1).

| I. | E. | $E'-p$. | $p$. |
|---|---|---|---|
| 1000 | 1 | 0,29 | 0,66 |
| 203 | 1 | 0,407 | 0,58 |
| 36,5 | 1 | 0,64 | 0,47 |
| 17 | 1 | 0,97 | 0,02 |

(1) Le courant représenté par le nombre 1000 correspondait à une résistance extérieure nulle. Ce courant déposait par minute $0^{gr},00045$ de cuivre d'une solution saturée de sulfate de cuivre. L'intensité était mesurée au moyen d'un galvanomètre à miroir de Weber. Les résistances intercalées dans le circuit étaient des bobines de fil métallique.

» Comme on le voit, la force électromotrice de polarisation $p$ décroît quand l'intensité du courant diminue, et d'autant plus rapidement que le courant est plus faible.

» Pour les faibles intensités, les mesures présentent des difficultés. Alors en effet, quand on ferme le circuit, la polarisation est inférieure à la polarisation limite, et celle-ci n'est à peu près atteinte qu'après un temps très-long, si l'intensité est très-faible. D'un autre côté, si l'on observe une faible intensité en passant d'abord par une intensité beaucoup plus forte, la polarisation est plus grande que la polarisation limite. Pour les intensités inférieures à 100, il a été nécessaire de déterminer deux nombres, l'un supérieur, l'autre inférieur à la polarisation limite, et de prendre la moyenne.

» Il est à remarquer que le nombre E' est égal à E pour les intensités inférieures à 200, et plus petit que E au-dessus. Comme je l'ai constaté pour des intensités comprises entre 1000 et 200, la différence E — E' va en décroissant quand l'intensité diminue. Cet écart tient-il à une diminution de la force électromotrice quand l'intensité du courant augmente, ou à un état particulier dans lequel le passage du courant mettrait les lames de cuivre intercalées? C'est une question que je n'ai pas encore résolue complétement.

» Pour effectuer ces mesures, je me suis d'abord servi de l'électromètre de Thomson, et, après de nombreux essais, j'ai été amené à le simplifier considérablement.

» Voici la disposition de l'appareil que j'ai employé : une large aiguille en aluminium placée horizontalement est chargée d'électricité et agit sur quatre secteurs métalliques plans disposés au-dessous d'elle. Le centre de l'aiguille se projette sur le centre du cercle auquel appartiennent les secteurs. Ces secteurs sont reliés deux à deux en diagonale.

» Je soutiens l'aiguille par un fil métallique fin apportant l'électricité de charge. Pour mesurer la différence de potentiel entre deux points A et B, on fait communiquer A avec les secteurs 1 et 3 et B avec 2 et 4. L'aiguille est attirée par l'un des couples de plaques et repoussée par l'autre. Pour un certain angle d'écart il y a équilibre entre la force de torsion du fil et l'action électrique. L'aiguille porte un prolongement inférieur en platine passant par son centre et vertical. A ce prolongement est fixé un miroir permettant la mesure des petites déviations au moyen d'une lunette et d'une règle divisée.

» En élevant ou abaissant l'aiguille, en variant sa charge, on modifie à volonté la sensibilité de l'appareil.

» Pour charger l'aiguille, j'emploie une pile formée de très-petits éléments, zinc, cuivre et sable humecté avec de l'eau ordinaire. Ces éléments sont isolés les uns des autres : le pôle négatif communique avec le sol, le pôle positif avec l'aiguille.

» Dans les expériences qui viennent d'être décrites, deux cents de ces éléments servaient à charger l'aiguille; celle-ci était au-dessus des plaques, à une distance de 3 millimètres; le double de la déviation observée pour la force électromotrice d'un élément zinc cuivre était un peu supérieur à 1 degré.

» Je me suis assuré, par des expériences préliminaires, de la précision de l'appareil ainsi construit. En mesurant par la différence des tensions un grand nombre de forces électromotrices et de résistances, les nombres trouvés s'accordaient bien avec les moyennes des résultats trouvés à l'aide du galvanomètre.

» Ajoutons que, si le nombre des éléments employés pour la charge de l'aiguille ne varie pas, la sensibilité de l'instrument reste constante Ainsi, dans une série de mesures où la distance de l'aiguille aux plaques avait été laissée la même pendant plusieurs jours, la force électromotrice d'un élément zinc amalgamé, cuivre et eau acidulée, était mesurée par la même déviation à $\frac{1}{80}$ près. »

CHIMIE. — *Nouvelle méthode de production et propriétés du protoxyde de fer anhydre; par* **M. G. Tissandier.**

» La nouvelle méthode que nous signalons, pour préparer le protoxyde de fer anhydre, consiste à faire agir l'acide carbonique sur le fer chauffé au rouge. Thenard a démontré que le gaz acide carbonique oxydait le fer en se transformant en oxyde de carbone, mais il n'a pas parlé de l'oxyde de fer formé. Nous avons constaté que la réaction est la suivante :

$$Fe + CO^2 = FeO + CO.$$

» En effet, nous avons chauffé $46^{gr},700$ de fil de fer, enroulé en spirales, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge et traversé par un courant d'acide carbonique. Après l'expérience, le fer pesait $48^{gr},350$ ; il avait, par conséquent, absorbé $1^{gr},65$ d'oxygène. En redressant les spirales de fer oxydées, et en les grattant avec un pinceau, nous avons recueilli $7^{gr},32$ d'un oxyde noir cristallin. Ce produit a été soumis à l'analyse, à plusieurs reprises. Nous l'avons dissous dans l'acide chlorhydrique, additionné de quelques gouttes d'acide nitrique, et nous avons précipité le fer par l'am-

moniaque. Nous avons trouvé 77,69 pour 100 de fer métallique, ce qui correspond, à quelques milligrammes près, à la formule FeO, contenant théoriquement 77,77 pour 100 de fer. Le sesquioxyde de fer en renferme 70 pour 100, et l'oxyde magnétique 72,50 pour 100. L'analyse a ainsi prouvé que l'oxyde formé était bien le protoxyde FeO. En outre, l'augmentation de poids du fer employé, égale à 1gr,65, c'est-à-dire l'oxygène combiné, correspond à 7gr,42 de protoxyde de fer. Nous en avons recueilli, comme nous l'avons dit, 7gr,32, et la différence s'explique par les petites parties de l'oxyde adhérent au fer non combiné. Dans le cas de formation d'oxyde magnétique, nous n'eussions recueilli que 5gr,40 d'oxyde pour la même proportion d'oxygène combiné. Enfin, comme dernière vérification, nous avons mesuré l'oxyde de carbone formé dans la réaction, en retenant l'excès d'acide carbonique par la potasse, et nous avons constaté que le poids du gaz obtenu correspondait à la réaction que nous avons mentionnée plus haut. Pour 7gr,42 de protoxyde FeO, nous avons eu 2gr,79 d'oxyde de carbone; le calcul indique un poids de 2gr,88.

» Le protoxyde de fer anhydre que nous obtenons est noir, brillant, d'un bel aspect cristallin. Il est attirable par l'aimant; c'est donc aussi un oxyde de fer magnétique. Il se conserve sans altération dans l'atmosphère; mais, chauffé au contact de l'air, à la température du rouge vif, il augmente de poids, dans la proportion de 7,40 pour 100, et se transforme en oxyde $Fe^3O^4$.

» Nous avons constaté par l'expérience que le protoxyde de fer anhydre décompose la vapeur d'eau sous l'influence de la chaleur, d'après la réaction suivante

$$3FeO + HO = Fe^3O^4 + H.$$

» Le protoxyde de fer anhydre se dissout très-facilement dans l'acide chlorhydrique, qu'il colore en vert, quand on opère à l'abri du contact de l'air, et dans l'acide nitrique. L'acide sulfurique, même à chaud, n'agit pas sur cet oxyde.

» Pour que la préparation du protoxyde de fer anhydre réussisse bien, il est nécessaire d'exposer au courant d'acide carbonique une grande surface de fer; on opère dans de bonnes conditions en entassant, dans un tube de porcelaine assez large, des faisceaux de fils de fer très-fins et enroulés en spirales; ce tube de porcelaine doit être chauffé au rouge vif, et le courant d'acide carbonique doit être assez rapide.

» Le protoxyde de fer anhydre a été obtenu pour la première fois par M. Debray, en faisant passer un mélange d'acide carbonique et d'oxyde

de carbone sur du sesquioxyde de fer chauffé au rouge. Le produit ainsi préparé est amorphe, et n'a pas l'aspect cristallin de celui qu'on obtient par notre méthode. »

CHIMIE. — *Sur l'iodure d'amidon.* Mémoire de **M. E. Duclaux.** (Extrait par l'auteur.)

« Après avoir établi, dans mon dernier Mémoire, les caractères principaux des adhésions moléculaires, je viens essayer de montrer aujourd'hui que tous ces caractères se retrouvent dans l'étude de l'iodure d'amidon, et que, par suite, la formation de ce corps bleu, aux dépens de ses constituants, est physique, au même titre que l'absorption exercée, par exemple, par le charbon sur les sels de plomb en dissolution.

» Cette conclusion résulte des faits suivants :

» 1° L'iodure d'amidon n'a pas de composition constante.

» 2° L'iode, mis en contact avec une solution aqueuse d'amidon, n'agit sur ce corps que lorsque l'eau ambiante en renferme déjà une certaine quantité à l'état libre. En d'autres termes, il se dissout d'abord dans l'eau, puis se partage entre l'eau et l'amidon, et c'est seulement alors qu'apparaît la couleur bleue.

» 3° Les quantités d'iode libre dont la présence est nécessaire dans l'eau, avant que le bleu ne se produise, augmentent, toutes choses égales d'ailleurs, avec la température, ce qui explique la décoloration à chaud de l'iodure d'amidon formé à froid.

» 4° Le moment où l'iode commence à agir sur l'amidon peut être rapproché ou retardé par des causes quelquefois à peine apparentes, et auxquelles on ne peut attribuer aucun caractère chimique.

» 5° Enfin l'état d'équilibre obtenu entre l'iode, l'amidon et l'eau, varie sous l'influence du temps, absolument comme cela a lieu dans les cas d'absorption exercée par le charbon.

» La relation entre ces deux dernières catégories de phénomènes avait déjà été signalée par Graham, mais non démontrée. De plus, elle n'expliquait ni les particularités singulières de l'histoire de l'iodure d'amidon, ni les contradictions nombreuses rencontrées dans leur étude.

» J'ai la confiance d'avoir élucidé ces faits, autant que possible, et j'insiste en particulier, en terminant mon Mémoire, sur le caractère d'incertitude que l'iodure d'amidon apporte dans tous les dosages volumétriques où il intervient, précisément par suite des irrégularités de sa formation, et sur les

précautions expérimentales qu'il faut prendre dans son emploi, quand on veut de la netteté dans la réaction et de la précision dans les résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique du sucre de lait;* *par* M. **Blondlot**.

« On sait que le sucre de lait n'est pas susceptible de se transformer en alcool en présence de la levûre de bière, que l'on considère comme le type des ferments alcooliques. Cependant les voyageurs nous ont appris depuis longtemps que certaines peuplades, notamment celles de la Tartarie, se procurent une boisson fermentée avec le lait de leurs troupeaux, à la condition de l'agiter de temps à autre, en le maintenant à un certain degré de température. J'ai cru que l'examen de ce fait pourrait offrir quelque intérêt en contribuant à élucider la question, aujourd'hui si controversée, de la fermentation alcoolique. C'est ce qui m'engage à publier les résultats que j'ai obtenus, bien qu'ils soient loin d'être complets.

» Ayant rempli une carafe, aux deux tiers, avec du lait de vache frais et aussi pur que possible, je l'exposai à une température de 30 à 35 degrés. Le vase étant fermé par un bouchon auquel était adapté un tube de dégagement, muni d'un robinet qui plongeait dans l'eau de chaux, je pus d'abord constater que pas une bulle gazeuse ne s'échappait spontanément; fermant alors le robinet, j'agitai vivement le liquide : lorsqu'on ouvrit le robinet, il en sortit une certaine quantité d'acide carbonique, qui troublait l'eau de chaux. Une seconde agitation, faite immédiatement après, produisit encore quelques bulles gazeuses; une troisième fut sans effet. J'abandonnai alors le liquide au repos, pendant deux ou trois heures, puis, l'agitant de nouveau, j'obtins le même résultat que précédemment. En continuant ces alternatives de repos et d'agitation, j'ai pu constater que le dégagement gazeux, après avoir été d'abord en augmentant, se ralentit ensuite; au bout de cinq à six semaines, il avait complétement cessé. J'ajoutai alors au liquide une nouvelle quantité de sucre de lait, qui remit immédiatement la fermentation en activité. Quand elle fut terminée, je soumis le liquide filtré à deux distillations fractionnées, d'où je retirai environ 100 grammes d'alcool, marquant 25 degrés à l'aréomètre, d'un goût agréable, bien que, d'après son odeur, il dût être mélangé à un peu d'alcool butylique. Quant au résidu, il ne renfermait plus trace de lactine.

» Ces faits établissant la fermentation alcoolique du sucre de lait par le ferment spécial qui se développe dans le lait entier, j'ai désiré savoir comment ce dernier se comporterait avec le glucose normal. A cet effet, je fis

fermenter du lait, comme il a été dit; lorsque tout dégagement d'acide carbonique eut cessé, j'y ajoutai une certaine quantité de glucose du commerce. Je constatai qu'il se comportait absolument comme le sucre de lait, c'est-à-dire que, tant qu'on n'agitait pas le liquide, il ne s'en échappait pas une seule bulle gazeuse, tandis qu'après chaque secousse il partait une certaine quantité de gaz, qui s'arrêtait ensuite jusqu'à ce que le repos eût rendu au ferment son activité première. Du reste, ayant distillé le liquide, je pus en tirer une certaine quantité d'alcool, proportionnelle au glucose ajouté, tandis que le résidu ne renfermait plus trace d'un sucre quelconque.

» L'agitation paraissant jouer dans ces expériences un rôle indispensable, je me suis demandé si, au lieu d'être une condition *sine quâ non* du dédoublement du sucre, elle ne se bornerait pas à dégager l'acide carbonique déjà formé, mais retenu dans le liquide. Le fait suivant résout la question négativement.

» Si, lorsque le liquide se trouve dans la période où il fermente le plus énergiquement, on l'expose pendant plusieurs heures à la température la plus favorable à la décomposition du sucre, et que, sans l'avoir agité, on le laisse ensuite refroidir au-dessous de 20 degrés, température à laquelle le ferment devient inactif, le liquide qui, agité pendant qu'il était suffisamment chaud, eût dégagé de l'acide carbonique, n'en laisse plus échapper une bulle : ce qui prouve qu'il ne se produit qu'au moment même de l'agitation.

» De ces expériences il résulte, ce me semble, que le lait entier est susceptible de produire un ferment alcoolique spécial, qui exige, pour fonctionner, des conditions différentes de celles que réclame le ferment normal représenté par la levûre de bière. La spécialité de ce nouveau ferment est surtout caractérisée par trois ordres de faits. Le premier, c'est qu'il réclame l'agitation pour entrer en activité ; le second, c'est qu'il n'agit que d'une manière intermittente, et exige une sorte de repos dans l'intervalle ; le troisième, c'est que, tandis que le ferment alcoolique ordinaire agit déjà à quelques degrés au-dessus de zéro, le nouveau ferment ne commence qu'au-dessus de 20 degrés à manifester son action, qui est à son maximum vers 30 ou 40 degrés, au-dessus desquels elle ne tarde pas à s'arrêter ; de sorte qu'il suffit de chauffer le liquide pendant quelques minutes entre 35 et 40 degrés pour faire perdre au ferment toute sa vertu.

» Il m'a semblé que ces expériences pouvaient contribuer à résoudre la question controversée, relativement à la fermentation alcoolique. En effet,

si, comme le prétend M. Liebig, la fermentation était corrélative à une simple décomposition du ferment, pourquoi celui-ci aurait-il deux manières d'agir si différentes? D'où viendrait la nécessité de l'agitation, et surtout l'intermittence, la décomposition chimique du ferment devant se produire d'une manière continue? Au contraire, d'après la théorie de M. Pasteur, la fermentation alcoolique étant le résultat d'une fonction vitale, on comprend qu'elle présente le caractère intermittent qui appartient à un certain nombre de fonctions organiques, soit dans les plantes, soit dans les animaux. On comprend aussi qu'elle soit limitée à une température déterminée comprise entre 20 et 40 degrés, l'organisme rudimentaire qui la provoque étant, en quelque sorte, à celui du ferment normal que représente la levûre de bière ce qu'est à une plante des régions tempérées une plante tropicale qui s'engourdit et cesse de végéter au-dessous d'un certain degré de température. Enfin, dans la théorie de M. Liebig, comment s'expliquer l'arrêt de fermentation à quelques degrés au-dessous de 40, la décomposition des matières organiques qui doit la provoquer ne s'arrêtant pas plus au-dessus de 40 qu'elle ne cesse au-dessous de 20 degrés? Dans le système des germes, au contraire, ces phénomènes s'expliquent très-simplement, en admettant qu'au-dessous de 20 degrés ils s'engourdissent, et qu'au-dessus de 40 ils ne tardent pas à périr, ainsi qu'il arrive à une multitude d'organismes rudimentaires. »

CHIMIE. — *Recherches sur la composition des gaz qui se dégagent des fumerolles de la solfatare de Pouzzoles; par* **M. S. de Luca.**

(Commissaires : MM. Boussingault, Charles Sainte-Claire Deville et Descloizeaux.)

« Ces expériences, commencées en 1868, ont été poursuivies, à différentes reprises, dans les années suivantes, et, quoique incomplètes, elles permettent de formuler les conclusions suivantes :

» 1° Il existe à la solfatare de Pouzzoles une grande fumerolle, connue sous le nom de *Bouche de la solfatare*, de laquelle s'échappent en grande quantité des gaz et des vapeurs, sous une forte pression, et dans lesquels, outre l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux et une grande proportion de vapeur d'eau démontrent la présence de composés de fer et d'ammoniaque et de traces de matières arsenicales.

» 2° Les gaz et les vapeurs de la grande fumerolle, pris à une distance horizontale ou verticale d'environ 10 mètres du point d'émission, indi-

quent, à l'aide d'expériences délicates, la présence de composés arsenicaux.

» 3° A des distances supérieures à 50 mètres de la bouche de la grande fumerolle, il a été impossible de démontrer expérimentalement la présence dans l'atmosphère de matières arsenicales, probablement à cause de la grande ténuité de ces matières, relativement aux réactions chimiques, dont la sensibilité a des limites.

» 4° L'expérience a démontré que les gaz provenant de l'intérieur de la grande fumerolle, pris à une profondeur d'environ 3 mètres de son ouverture extérieure, sont complétement absorbés par une solution de potasse et ne contiennent par conséquent pas d'air atmosphérique. Ce fait est nouveau et en contradiction avec ce qu'avaient avancé d'autres expérimentateurs, lesquels s'étaient probablement bornés à recueillir les substances gazeuses à une petite distance de l'orifice, où l'air arrive en abondance.

» 5° Les gaz des fumerolles secondaires et ceux des deux grottes chaudes contiennent toujours une forte proportion d'air, dans laquelle l'oxygène est en quantité inférieure aux proportions normales.

» 6° Les gaz et vapeurs qui se dégagent des fumerolles secondaires ont une température qui ne dépasse pas 97 degrés, tandis que ceux qui constituent l'atmosphère intérieure de la grande fumerolle possèdent une température suffisante pour faire subir à la mannite un commencement de fusion, et peuvent, à leur sortie, où leur refroidissement est déjà considérable, produire encore la fusion du soufre.

» 7° Dans l'intérieur de la grande fumerolle et sur ses parois extérieures, il ne se condense pas de soufre cristallisé, tandis que, sur les fumerolles secondaires qui sont à découvert et dans les grottes chaudes, on observe constamment cette condensation dans les points où l'air arrive le plus facilement.

» 8° L'hydrogène sulfuré ne se rencontre pas en forte proportion dans les gaz de la grande fumerolle et dans ceux des fumerolles secondaires; il disparaît presque complétement lorsqu'on recueille les gaz mélangés à l'air atmosphérique, dans lesquels on constate alors la présence de petites quantités d'acide sulfureux.

» 9° En général, lorsqu'on abandonne pendant plusieurs jours les gaz humides des fumerolles de la solfatare dans des tubes fermés, ils ne donnent plus les réactions de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux; mais, en lavant les tubes avec de l'eau pure acidulée par l'acide chlorhydrique, on obtient une solution limpide, qui se trouble légèrement par l'addition d'une goutte de chlorure de barium. Ce fait démontre évidemment la transforma-

tion des deux composés gazeux du soufre en acide sulfurique aux dépens de l'oxygène de l'air, avec lequel ils se trouvent en contact.

» 10° Les émanations d'acide carbonique pur sont rares à la solfatare de Pouzzoles; mais, dans les localités froides et plus rapprochées de la mer, et à une certaine profondeur du sol, il se dégage, le matin surtout, de fortes proportions de ce gaz. »

« M. **Boussingault**, après la lecture de la Communication de M. *F. de Lucca*, fait remarquer que la composition de l'émanation gazeuse des fumerolles de la solfatare est précisément celle des émanations gazeuses des volcans des Andes équatoriales : du gaz acide carbonique, de la vapeur d'eau, des traces d'acide sulfhydrique, composition établie dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1833, et sur lequel, à cette époque, M. Dumas a fait un Rapport. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations, à propos d'une Note récente de M.* de Seynes, *sur les microzymas; par* **M. A. Béchamp.**

« Dans une Note récente de M. J.-C. de Seynes (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 113), je trouve cette phrase : « Pour M. Béchamp, les bactéries ou les » microzymas s'associent pour former une cellule; ce sont les travailleuses » chargées de tisser les cellules, » et l'auteur renvoie à ma Note des *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 877. Après cela, le même naturaliste ajoute : « Cette théorie n'est pas nouvelle; M. Pineau l'a défendue en 1845. »

» Je ferai remarquer d'abord que je n'ai dit nulle part que « *les bactéries* » *ou les microzymas* s'associent pour former une cellule. » J'ai distingué, au contraire, très-expressément, les circonstances dans lesquelles ces microzymas évoluent en bactéries, et celles où ils sont facteurs de cellules. La lecture attentive convaincra aisément M. de Seynes.

» Quant au travail de M. Pineau, j'avoue sans détour que je ne le connais pas; et il me paraît démontré, par ce qu'en a dit M. de Seynes, que je n'avais pas besoin de le connaître. En effet, je n'ai jamais confondu les bactéries avec les microzymas et je n'ai jamais soutenu qu'une bactérie pût directement engendrer une cellule, soit par évolution, soit par association. A l'époque où M. Pineau écrivait, on n'avait aucune idée de la fonction des microzymas, comme je l'ai conçue d'après l'observation et l'expérience. On peut voir, il est vrai, dans le *Traité d'anatomie générale* de Henle, traduit par Jourdan en 1843, que quelques savants faisaient jouer un rôle aux granulations moléculaires dans le phénomène de la génération de la cellule. Mais les suppositions que l'on faisait ne tenaient à rien; c'étaient de

pures et gratuites hypothèses, car on n'avait pas même cherché à savoir si les granulations moléculaires que j'ai nommées microzymas, en 1866, étaient organisées, ni surtout si elles possédaient quelque fonction chimique ou physiologique, indépendante du milieu où on les rencontrait. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Observations relatives aux procédés de conservation des vins par le chauffage, à propos d'une Note récente de M.* Balard. Note de **M. A. de Vergnette-Lamotte**, présentée par M. P. Thenard.

« Dans la Communication que M. Balard a faite à l'Académie le 29 janvier, il dit ceci :

« C'est à M. Pasteur que je rapporte, sans restriction, la découverte de la conservation des vins par le chauffage. L'inventeur, à mon avis, est celui qui, le premier, prenant deux bouteilles d'un même vin quelconque, en a chauffé une en laissant l'autre à la température ordinaire, et montré que la première se conservait intacte, tandis que la seconde éprouvait, dans les mêmes conditions, une altération profonde. »

» Or, dans le Mémoire que j'ai publié, il y a vingt-deux ans, dans les *Annales de la Société centrale d'Agriculture*, se trouve le passage suivant :

« Souvent obligé, au moment de la récolte, de conserver par la méthode d'Appert des moûts destinés à des expériences qui ne pouvaient être faites que plus tard, j'ai aussi appliqué ce procédé à des vins de différentes qualités. En 1840, des vins de cette récolte avaient été mis en bouteilles au décuvage. Après avoir été bouchées, ficelées et exposées au bain-marie à une température de 70 degrés C., elles furent descendues à la cave et oubliées. En 1846, alors que la plupart des vins de 1840, dont les raisins furent grêlés, avaient subi une maladie à laquelle plusieurs succombèrent, quelques bouteilles de ce vin se trouvèrent sous ma main avec leur étiquette, et je constatai, avec une remarquable satisfaction, qu'il était dans le meilleur état de conservation. Nous avons répété cette expérience sur d'autres vins, à l'époque de leur mise en bouteilles, et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés C., à préserver les vins de qualité soumis à ces essais de toute altération ultérieure. »

» J'ai donc, en 1846 et avant M. Pasteur, constaté que le vin chauffé s'était conservé intact, tandis que celui qui ne l'avait pas été s'était altéré. Si l'on veut bien considérer en outre ce que demandent de temps des expériences de ce genre, on doit supposer que, longtemps avant le mois d'août 1865, M. Pasteur s'était occupé du chauffage des vins, et lui-même n'élude pas cette prétention.

» Lorsque, après la publication des travaux de M. Pasteur sur les fermentations, j'étudiai de nouveau, en 1861, l'action de la chaleur sur les vins, je reconnus et publiai, le 1er mai 1865, que la chaleur rendait les ferments

*inertes*. M. Pasteur pensait que la chaleur les *tuait*. Tout le monde sait aujourd'hui quelle est celle de ces deux assertions qui s'approche le plus de la vérité. M. Pasteur s'était donc trop hâté de publier ses recherches ; il n'avait pas, depuis assez longtemps, observé et étudié les résultats que donne le chauffage des vins.

» Enfin, je n'ai jamais reconnu que M. Pasteur m'ait précédé dans ces recherches, comme M. Balard veut bien le donner à entendre, en citant de moi une phrase de compliment banal, qui n'a jamais été écrite à propos de la conservation des vins par le chauffage.

» Je fais mes excuses à l'Académie de revenir encore sur ces querelles de priorité qui intéressent si peu la science, mais j'espère qu'elle voudra bien me rendre cette justice que ce n'est jamais moi qui l'ai saisie de cette question ; et, en définitive, je n'ai jamais fait que me défendre devant elle. »

**M. le Dr Bart** écrit à l'Académie :

« Le Recueil des brevets d'invention contient l'indication d'un brevet pris le 10 août 1827, par M. *Gervais*, sous la mention : « Amélioration des vins, des eaux-de-vie et des liqueurs » vineuses, en les faisant passer dans des tuyaux aplatis qui sont en contact avec de l'eau » chaude (1). »

M. Bart ajoute que, sous ce rapport, MM. de Vergnette-Lamotte et Pasteur ont été devancés, mais que M. Pasteur a déterminé les conditions théoriques et pratiques de ce procédé de conservation.

L'Académie reçoit, aujourd'hui encore, sur l'aurore boréale du 4 février, les Communications suivantes :

M. Tacchini, à Palerme.

« L'aurore boréale, que nous avons observée dimanche, a été à Palerme un phénomène extraordinaire, tel que les annales de la science n'en présentent que rarement. Pendant les premières heures du soir, le ciel s'est maintenu couvert, mais, après 8 heures, il s'est éclairci suffisamment pour nous permettre d'observer l'aurore polaire dans toute sa magnificence. Le centre du phénomène était alors au nord-nord-ouest : un immense éventail, composé de rayons jaunes blanchâtres, la lumière rouge constituant le fond du phénomène, s'étendait entre le nord-nord-est et le nord-ouest, et s'élevait jusqu'au delà du zénith. Le centre du phénomène n'était pas fixe. Voici l'indication de ses positions successives : $8^h 30^m$, nord-nord-ouest; $9^h 10^m$, ouest ou ouest-nord-ouest; $9^h 27^m$, nord-ouest; $9^h 38^m$, nord-est; $9^h 51^m$, nord-ouest, jusqu'à $11^h 5^m$, avec des traces de rayonnement à $10^h 40^m$; à $11^h 26^m$, nord-est;

(1) Ce document était déjà connu de l'Académie.

11^h30^m, nord-nord-ouest; 11^h42^m, nord; en ce moment, on note un accroissement d'intensité entre l'est-nord-est et l'ouest-nord-ouest; à 11^h52^m la lumière devient faible, et à 11^h53^m on ne voit plus rien; mais, à 12^h1^m, le rouge apparaît de nouveau, quoique faible; enfin, j'ai pu voir les dernières traces à 2 heures après minuit.

» Au commencement de l'apparition, j'ai cherché à observer le spectre de la lumière aurorale, mais je n'ai pas réussi.

» On a pu observer encore que, dans certains instants, l'horizon était phosphorescent : au sud, apparaissait comme une espèce de reflet du centre lumineux du nord. L'apparition de cette aurore a été aussi accompagnée de mouvements correspondants à la surface du soleil. Voici les observations des taches :

| 1872. | | Taches. | Trous. |
|---|---|---|---|
| Janvier | 15............ | 10 | 39 |
| | 19............ | 12 | 56 |
| | 22............ | 12 | 37 |
| | 27............ | 6 | 8 |
| | 31............ | 15 | 61 |
| Février | 1............ | 21 | 65 |
| | 2............ | 24 | 70 |
| | 5............ | 16 | 102 |
| | 6............ | 16 | 79 |

» Il y a donc un maximum manifeste au moment de l'aurore boréale. Malheureusement, le mauvais temps m'a empêché de faire les observations spectrales dans les journées du 3 et du 4; mais les observations que j'ai faites le matin du 5 démontrent que toute la surface du soleil était dans des circonstances anormales. Le bord entier était couvert de belles flammes; vers le pôle nord, elles arrivaient à plus de 20 secondes, par un arc de 36 degrés à droite et à gauche, correspondant à une belle région du magnésium, qui, dans le bord occidental, s'étendait jusque près de l'équateur. Dans cette partie, à 50 degrés du pôle, on observait une magnifique protubérance, qui s'élevait à 2′40″, et à partir de ce point, par un arc de 40 degrés, le bord présentait de nombreuses flammes brillantes; l'atmosphère était tout encombrée de petits filets lumineux, de points brillants, offrant une hauteur de 2 minutes : la

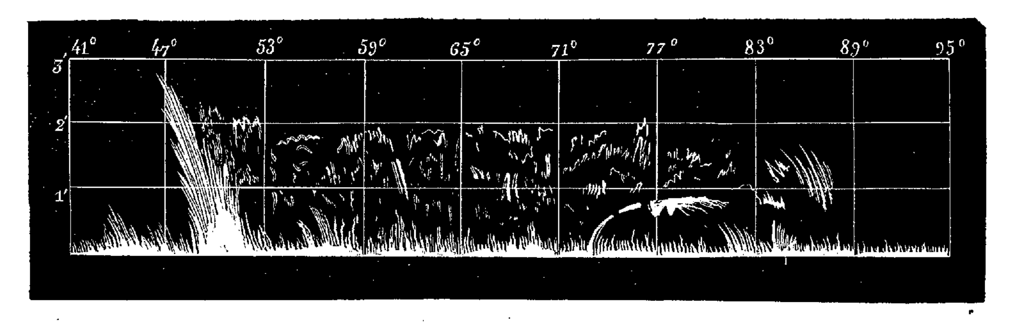



figure ci-jointe indique à peu près le phénomène. La chromosphère était partout plus élevée qu'à l'ordinaire, et la loi de la circulation atmosphérique, signalée par le R. P. Secchi, était

très-manifeste, car non-seulement les protubérances, mais toutes les flammes de la chromosphère étaient dirigées vers les pôles, tandis qu'aux pôles et à l'équateur elles conservaient leur position presque normale. »

M. C. Decharmé, à Angers.

« Avant l'observation de toute lueur météorique, dès 4 heures du soir, la correspondance télégraphique était entravée à Angers, notamment vers l'est; à 5 heures, elle était tout à fait impossible. A 6 heures, on obtenait des contacts très-forts de l'ancre contre l'électro-aimant, et même une étincelle; le maximum d'intensité des courants terrestres a eu lieu en ce moment.

» C'est après ce maximum, vers $6^h 10^m$, que l'on commença à remarquer ici l'apparition de cinq ou six rayons blancs brillants qui *partaient des Pléiades* et *descendaient* lentement et simultanément vers le nord et le sud (1). Ces faisceaux lumineux allaient en divergeant et en s'élargissant à mesure qu'ils envahissaient le ciel, sans cependant atteindre l'horizon. Le météore semblait issu des régions zénithales et s'y localiser quelques instants.

» De $6^h 15^m$ à $6^h 45^m$, on voit au nord, à l'est et à l'ouest, de larges amas nébuleux d'un rouge de sang clair, que les faisceaux lumineux blancs et roses viennent successivement atteindre et traverser. Dans les intervalles, à la partie inférieure, on remarque des teintes jaunes verdâtres.

» Vers 7 heures, ces rayons, ces bandes et ces nébulosités changent à chaque instant d'éclat, de forme et de position, le mouvement général de translation s'effectuant lentement du nord vers l'est et de l'est vers l'ouest (véritable rotation à cette heure). Le ciel, pendant une demi-heure, paraît presque complétement envahi par une zone de teinte purpurine à contours vagues, excepté à l'horizon, où se trouvent des amas de nuages d'un gris foncé, au-dessus desquels brille, par place, une nébulosité d'un blanc vif, surtout à l'est et à l'ouest, et assez lumineux pour permettre d'écrire facilement au crayon. A travers toutes ces lueurs diverses, on voit briller les étoiles de 2^e^ et de 3^e^ grandeur; Jupiter paraît d'un blanc éclatant au milieu d'un vaste amas rose.

» $8^h 15$. Après diverses phases d'affaiblissement et de recrudescence, le météore semble se concentrer un moment dans la constellation d'Orion, où l'on remarque plusieurs aigrettes presque verticales, étroites et longues, dont les pointes blanches et les rayons rosés partent des environs de Sirius et d'Orion même, pour se diriger vers le zénith. Plus tard, ces effluves brillantes ont pour point radiant $\zeta$ ou $\beta$ du Taureau.

» Vers 9 heures, les lueurs sont très-affaiblies, et l'on croit que le phénomène touche à sa fin.

» A 10 heures, une vive et subite recrudescence se manifeste avec des phases analogues aux précédentes; mais le mouvement de translation des bandes et des gerbes lumineuses, ainsi que celui des amas, s'effectue partout *vers l'ouest*. A partir de $10^h 30^m$, il y a diminution graduelle de météore, et extinction vers minuit.

» Le lendemain matin, à 6 heures, et jusqu'à $7^h 40^m$, on voyait à l'est des nuages vaporeux qui, par la teinte, la forme et l'étendue, ressemblaient, à s'y méprendre, aux amas rouges de l'aurore boréale de la veille.

(1) Quelques personnes disent avoir vu des rayons blancs lumineux au zénith, vers $7^h 30^m$.

» A $7^h 45^m$, un bel arc-en-ciel se développe complétement sur un fond un peu sombre. Une petite pluie fine commence à tomber, et dure presque toute la journée, au milieu du même calme que la veille.

» Le baromètre s'est maintenu, durant ces deux jours, entre 748 et 750 millimètres. »

M. A. LAUSSEDAT.

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» J'ai l'honneur de vous adresser sous ce pli l'extrait d'une lettre de M. le colonel de Villenoisy, en date du 6 de ce mois, relative à l'aurore boréale du 4.

» J'avais déjà trouvé, dans l'indication assez précise des deux points de convergence des rayons blancs signalés successivement par M. de Villenoisy, une vérification de ma propre observation, concernant la direction de ces rayons et leur parallélisme avec l'aiguille aimantée suspendue librement par son centre de gravité. La lecture des *Comptes rendus* du 12 février, qui contiennent de si nombreuses observations du même phénomène, m'a procuré de nouveaux éléments qui confirment d'une manière remarquable l'opinion que j'avais émise. J'ai rapporté sur une carte céleste tous les points de convergence signalés, et l'accord de douze ou quinze observations faites par des personnes différentes et de stations plus ou moins éloignées les unes des autres me semble aussi grand qu'on pouvait l'espérer dans les conditions où ces observations ont été faites.

» J'aurai l'honneur de soumettre, dans la séance prochaine, à l'Académie, la carte que le temps ne me permet pas de mettre au net dès aujourd'hui; j'y joindrai les calculs au moyen desquels il m'a été possible de déterminer, avec une certaine approximation, la direction des rayons de l'aurore. Il y a là, si je ne me trompe, un fait important à enregistrer, à nos latitudes surtout, où il est rare d'observer le phénomène aussi complétement. J'ajoute que déjà, l'année dernière, pendant le siége de Paris, le 25 octobre, c'est-à-dire dans la seconde soirée où l'on vit l'aurore boréale, j'avais déterminé, avec assez de précision, la position du point de convergence de cinq ou six rayons blancs, pour être convaincu que ces rayons étaient parallèles à l'aiguille d'inclinaison; mais les préoccupations du moment m'avaient empêché de songer à en informer l'Académie.

M. DE VILLENOISY.

« ... Notre cour était éclairée, comme par la lune, aux quadratures; on lisait aisément l'heure aux petites montres des dames, et les montants des croisées portaient ombre dans les chambres. Les lueurs dépassaient le zénith, et, du côté sud de la maison où nous nous tenions, nous voyions l'horizon embrasé jusque près du couchant d'hiver et fort loin à l'est. Les montagnes qui bornent la vue et les variations rapides des effets empêchaient d'observer aucune symétrie entre l'est et l'ouest. Le couchant d'hiver était en général plus lumineux que le couchant d'été, et il en partait des rayons s'élevant très-haut. A $6^h 45^m$ (heure de Grenoble), la croisée des jets lumineux se faisait en un point du ciel situé à mi-distance des pléiades et de $\gamma$ du Taureau; à $8^h 20^m$, le phénomène avait pâli, lorsque tout à coup des rayons très-brillants, étroits, ont divergé d'un point du ciel situé très-près et à l'est de la tête d'Orion.

» Je passe sur les apparences ordinaires de l'aurore, mais elle occupait environ 240 degrés

à l'horizon. Sa magnificence lui assigne une place distinguée dans les annales de la science.

» Je lis dans les journaux de Paris que l'aurore a cessé assez tôt; ici une lueur inusitée était encore sensible au lever du soleil, le 5 au matin. »

## M. Bulard.

« J'ai l'honneur de vous prier d'informer l'Académie que l'aurore boréale du 4 février a été observée ici, à Alger, et a été visible dans toutes les stations météorologiques de l'Algérie, jusqu'à Biskra, Géryville et Saïda.

» Il y a eu une grande perturbation magnétique constatée à l'Observatoire à la même époque.

» J'aurai l'honneur d'envoyer un travail détaillé aussitôt que tous les renseignements auront été centralisés. »

## M. Fron, communiqué par M. Delaunay.

« Dans la Communication que j'adressai à l'Académie, le 5 février, sur l'aurore boréale de la veille, je m'occupai uniquement de la description du phénomène; mais son étude au point de vue théorique ne pouvait m'être indifférente, et elle fut exposée le lendemain à *la Société météorologique de France* (séance du 6 février).

» Les dessins qui ont accompagné cette Note et la Note elle-même ne devant être publiés que dans un temps très-éloigné, je demande à l'Académie la permission de résumer quelques-unes des propositions qui y sont énoncées; je le ferai très-brièvement :

» 1° Le développement des phénomènes auroraux est lié à l'ampleur du courant équatorial à la surface de l'Europe, et leur naissance tient à une augmentation soudaine dans l'afflux d'électricité provenant des régions équatoriales.

» 2° L'écoulement de cette électricité est favorisé par la présence des centres de dépression barométrique, et c'est autour d'eux et quelquefois à une grande distance que se produisent les manifestations électriques.

» 3° L'écoulement électrique a lieu en général de trois manières différentes : 1° s'il se produit dans la région des cirrhus ou des brouillards glacés, il est lent, silencieux, et donne naissance aux aurores boréales; 2° s'il a lieu dans la région des cumulus, il est saccadé, bruyant, et produit les orages; 3° enfin, s'il se produit dans les régions tout à fait voisines du sol par les tempêtes et les pluies qui forment un conducteur continu, il ne donne que très-rarement naissance à des phénomènes lumineux.

» Or, le 4 février, deux dépressions barométriques se montraient en Europe: l'une A, située dans le voisinage du golfe de Gascogne et se dirigeant vers la Méditerranée; l'autre B, s'avançant vers l'Écosse, l'Angleterre, la Scandinavie. En même temps le courant équatorial présentait une ampleur considérable. Il s'étendait sur toute l'Europe, atteignait l'Oural et le Caucase, la vallée de l'Euphrate en Asie et même les montagnes de l'Atlas en Afrique. L'arrivée de ces deux dépressions est pour ainsi dire le signal du développement des phénomènes auroraux.

» A la dépression A, située au sud de Paris, est lié pour nos régions tout un ensemble de phénomènes compliqué par des effets de réflexion, réfraction, phosphorescence et contraste simultané de couleurs. A la dépression B est liée une autre série de phénomènes

analogues. Les deux groupes existant simultanément se sont compliqués encore l'un par l'autre, et ont amené la diversité si grande des apparences, diversité constatée par les récits des observateurs.

» 4° Chacune des dépressions barométriques A et B correspond à l'axe d'un mouvement tournant ou d'un cyclone existant dans l'espace, et c'est parallèlement à cet axe que se dardent les rayons auroraux. La ligne menée de l'observateur au *radiant*, ou au *point de fuite*, indique donc la direction vraie de cet axe dans l'espace.

» 5° La cause première du phénomène résiderait dans les régions équatoriales à peu près au point où la nappe ascendante se partage en deux contre-alizés, l'un marchant vers le pôle nord, l'autre vers le pôle sud. La simultanéité des aurores ainsi que des perturbations magnétiques dans les deux hémisphères trouverait ainsi son explication.

» 6° Les mauvais temps qui suivent souvent les aurores ne seraient autre chose que la conséquence ordinaire de l'arrivée des courants équatoriaux et de la présence des dépressions barométriques.

» 7° Enfin, les aurores font donc partie essentielle de notre atmosphère, et doivent être considérées comme soumises aussi au double mouvement de rotation et de translation. »

M. Le Verrier communique à l'Académie de nouvelles relations de l'aurore boréale du 4 février. Ces documents sont dus à MM. *Baudinot*, à Grenoble; *Breton*, ingénieur en chef, à Grenoble; *Caillaux*, instituteur à Mer; *Charrault*, professeur au lycée du Mans; *Albert Cheux*, à Angers; *Crova*, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier; *Delacroix*, membre de la Société d'Émulation du Doubs; *Diamilla Muller*, à Milan; *Lebreton*, curé de Sainte-Honorine-du-Fay; *Lepiagard*, à Saint-Lô; *Pousset*, professeur à Grenoble; *Tarry*, inspecteur des finances; *Thiriat*, observateur à Vagney (Vosges); le Dr *Zandick*, à Dunkerque; *Zurcher*, capitaine de port, à Toulon.

« Après les nombreux documents insérés au précédent numéro des *Comptes rendus*, l'Académie pensera sans doute que nous devons nous borner aujourd'hui à reproduire ce qui peut se trouver de neuf dans ces nouvelles Communications.

M. Baudinot, à Grenoble.

« La plus remarquable particularité du phénomène a été l'apparition, dans la région australe du ciel, d'une éclatante traînée de lumière d'apparence phosphorescente, très-blanche, avec une nuance un peu verdâtre. Cette traînée, qui s'est montrée à 6 heures du soir, formait tantôt un arc continu, de largeur inégale, dont le sommet se trouvait à peu près dans le méridien magnétique, tantôt une série de nuées isolées qui semblaient éclairées par la Lune, quoique cet astre fût depuis quatre ou cinq heures au-dessous de l'horizon. »

M. Breton, Ingénieur en chef à Grenoble.

« J'envoie le résultat d'une épure où j'ai cherché à déterminer l'intersection des deux

plans visuels dans lesquels une colonne lumineuse remarquable de l'aurore a été vue de Grenoble et du Pont-de-Claix, à 8 kilomètres environ de Grenoble.

» A $6^h 10^m$ (temps de Grenoble), M. Henri Breton, étant sur le pont suspendu de Grenoble, a vu une colonne lumineuse d'un blanc brillant, un peu verdâtre, s'élever du sommet de la Grande-Lance (montagne à l'est de Grenoble), en s'inclinant un peu vers le sud, et s'étendre, en 5 ou 6 secondes, jusqu'à un petit nuage blanc qui paraissait au sud-ouest sur le sommet de la montagne de Saint-Nizier, désignée dans la carte d'État-Major sous le nom de *Moucherotte* (ce nom, inconnu dans le pays, paraît être le produit de deux erreurs, l'officier qui a placé un signal sur cette montagne l'ayant confondue avec celle de la Moucherolle, située dans la même chaîne, à une quinzaine de kilomètres plus au sud, et le graveur ayant raccourci les deux *ll* en les barrant, de façon à en faire deux *tt*).

» En même temps, M. Camille Breton, à la papeterie du Pont-de-Claix, a vu la même colonne lumineuse s'élever en partant du sommet de Champ-Rousse, à l'est, un peu au nord du Pont-de-Claix, et s'étendre rapidement jusqu'à un nuage blanc qui paraissait au-dessus d'un pic aigu dominant le col de l'Arc au sud-ouest du Pont-de-Claix.

» Ces deux stations sont faciles à trouver sur la carte d'État-Major, feuilles de Grenoble et de Vizille; leurs altitudes sont 210 et 240 mètres. La même carte donne les quatre sommets de montagnes avec leurs altitudes. Ainsi j'ai pu construire l'épure des deux plans visuels et de leur intersection. En voici les résultats :

» L'intersection des plans visuels a rencontré le méridien de Grenoble à 33250 mètres au-dessus du niveau de Grenoble, ou à 33460 mètres au-dessus de la mer, et à 17800 mètres au sud de Grenoble. Cette ligne est presque horizontale, elle monte *très-peu* vers l'ouest. Sa projection horizontale est dirigée de l'est 13°30' nord à l'ouest 13°30' sud.

» Le diamètre angulaire de cette colonne, vue de Grenoble, était cinq à six fois celui de la Lune, ce qui, à la distance d'où on la voyait ainsi, suppose un diamètre réel entre 3300 et 4000 mètres.

» La partie de la ligne d'intersection des deux plans visuels, qui était visible de Grenoble, a une longueur de 82 kilomètres, mesurée sur l'épure, dont 47 à l'est du méridien de Grenoble et 35 à l'ouest. L'illumination s'est propagée dans cette étendue en 5 ou 6 secondes, c'est-à-dire avec une vitesse de 14 à 15 kilomètres par seconde. C'est beaucoup plus rapide que la propagation du son; c'est une vitesse supérieure à celle de la Terre dans son orbite, mais c'est très-lent en comparaison des éclairs des orages inférieurs; et la colonne ayant un diamètre de 3 ou 4 kilomètres, on voit que, si l'on peut l'assimiler à un éclair, il faut qualifier cet éclair *lent et diffus*.

» J'ai reçu avis d'une troisième observation faite à la même heure, à Mens, à plus de 60 kilomètres au sud de Grenoble, par M. Gets, employé de la papeterie du Pont-de-Claix; les détails attendus suffiront probablement pour faire l'épure d'un troisième plan visuel qui pourra donner une bonne vérification. »

» M. Charrault rapporte que l'un des Membres de la Commission départementale, M. Fribourg, a constaté que les lignes télégraphiques étaient parcourues par des courants électriques dont la direction était successivement de sens contraires. La position du Mans, centre de lignes

s'irradiant dans 5 azimuts disposés en étoiles, a permis à M. Fribourg d'observer nettement l'existence des courants dans toutes les directions.

» M. ALBERT CHEUX assure que, pendant le phénomène, beaucoup d'étoiles filantes ont sillonné le ciel, sans que leur lumière ait paru affaiblie quand elle passait derrière les rayons de l'aurore.

M. CROVA, à Montpellier.

« J'ai observé, après son apparition, vers 8 heures (heure de Montpellier), une sorte de point radiant extrêmement brillant un peu au nord-est de α d'Orion. De ce point partaient une sorte d'arc parabolique dirigé vers le sud-est et plusieurs rayons divergents légèrement infléchis vers le sud-est. L'aurore était encore visible, d'après les observations de M. Duval-Jouve, le lendemain à 5 heures du matin.

» Le 4, vers $7^h 30^m$, j'observai le magnétomètre. Le barreau était dans un état continuel d'oscillation, mais son mouvement, assez lent du reste, paraissait procéder par périodes d'intensité et de durée variable. La déviation était très-forte vers l'ouest. J'ai dressé un tableau des variations pendant l'intervalle compris entre un maximum qui a eu lieu à $8^h 18^m$ et un minimum correspondant à $7^h 44^m$. L'amplitude totale de l'oscillation pendant cette période a été de $50' 42''$ vers l'ouest.

» Le lendemain, les perturbations étaient insignifiantes, et le magnétomètre indiquait simplement les variations diurnes. »

» M. OUY, directeur des transmissions, a fait, de son côté, les observations suivantes :

« Sur quelques grandes lignes, il devint impossible de transmettre, le 4, à partir de 3 heures de l'après-midi. Conformément à la théorie de M. de la Rive, les lignes orientées dans une direction voisine du méridien furent les plus impressionnées. Ainsi, la ligne de Montpellier à Paris par Limoges fut traversée par un courant continu qui établit l'adhérence du contact et rendi ttoute transmission impossible, de 3 heures à minuit (heure à laquelle le service finit).

» Sur les lignes de Montpellier à Bordeaux et à Rodez, l'interruption ne dura que de 3 à 9 heures du soir; sur la ligne de Lyon, de 3 à 10 heures du soir. Au contraire, les lignes de Marseille et de Toulouse furent très-peu affectées. Enfin, aucune perturbation ne fut observée sur le fil de Nîmes et sur les fils départementaux.

» J'ai eu souvent l'occasion d'observer des perturbations de la déclinaison, en faisant usage pour mes recherches du galvanomètre à réflexion. Ces perturbations m'ont souvent obligé d'interrompre mes déterminations. Je citerai notamment les perturbations assez fortes qui m'obligèrent à interrompre mes travaux, quelques jours avant le passage de l'essaim d'étoiles filantes de novembre 1869. Ainsi réduit à l'inaction, j'observai le galvanomètre, transformé en magnétomètre, afin de chercher si ces perturbations auraient quelques relations avec le passage de l'essaim. Pendant deux jours et deux nuits, l'instrument fut observé d'une manière permanente par moi et mon préparateur alternativement. Mais les perturbations se dissipèrent vite, et la marche des barreaux reproduisit simplement les variations diurnes avec toute

leur régularité, au moment où le passage avait lieu avec une intensité remarquable. Malgré leur résultat négatif, cette recherche ne fut pas sans intérêt pour moi, car on avait depuis longtemps agité la question de savoir si les passages d'étoiles filantes influent sur les aurores boréales. Des observations ont été signalées à l'appui de cette idée, mais on voit que, d'après mes observations, la question demeure au moins réservée. »

M. Diamilla Muller, à Milan.

« Les dernières observations magnétiques faites en Italie pendant l'aurore polaire du 4 courant, confirmées par celles de Paris, telles qu'elles ont été communiquées par M. Fron, semblent pouvoir établir que *la variation moyenne produite sur une aiguille aimantée par une aurore boréale a lieu en sens contraire de la marche séculaire de l'aiguille*, c'est-à-dire que l'aiguille aimantée est repoussée vers l'est lorsque la déclinaison augmente annuellement, et vers l'ouest lorsque la déclinaison décroît.

» Les anciennes observations de Hiorter, à Upsal, en 1741, de Wargentin, en Suède, en 1750, et ensuite de Cassini, à Paris, nous assurent que, pendant les apparitions des aurores, l'aiguille aimantée, au milieu d'oscillations à gauche et à droite de sa position normale, était toujours repoussée vers l'est.

» A cette époque, la déclinaison occidentale augmentait, atteignant le maximum, en Angleterre, vers 1818, et à Paris, vers 1814.

» Les observations plus récentes d'Arago, de Struve, et les observations anglaises constatent, au contraire, des variations frappantes vers l'ouest.

» Cette circonstance me conseilla d'étudier, d'une manière suivie et attentive, la marche de l'aiguille pendant les phénomènes de lumière polaire. J'ai recueilli plusieurs observations en 1869, 1870 et 1871. Les variations de l'aiguille se produisent toujours dans le sens d'une augmentation de la déclinaison.

» J'ai installé à Florence, dans un pavillon magnétique expressément construit au collége de la *Querce*, les appareils qui m'avaient servi en Sicile, à l'occasion de l'éclipse totale de soleil du 22 décembre 1870. Les observations ont été confiées au P. Bertelli. Pendant l'aurore du 4 courant, la variation moyenne de la déclinaison a été de plus de 1 degré à l'ouest. A Paris, le même jour, la déclinaison moyenne étant 17°35′ NO., au moment de la plus forte intensité du phénomène, l'aiguille a atteint la valeur de 18°57′ NO.

» Du reste, le phénomène polaire a été signalé à Florence, vers 1 heure de l'après-midi. Depuis ce moment, la marche de l'aiguille a été suivie jusqu'à minuit, de minute en minute, et je m'empresserai de communiquer à l'Académie les détails des observations dès qu'elles seront réduites.

» En attendant, il me semble que la science possède assez de données pour étudier la question de ces perturbations à un autre point de vue, c'est-à-dire si elles sont la *cause* plutôt que l'*effet* des apparitions des aurores boréales.

» L'aiguille aimantée prévient plusieurs heures à l'avance de l'apparition probable du phénomène, ou, pour mieux dire, elle nous prévient du commencement du phénomène lorsqu'il n'est pas encore visible, à cause de la lumière du jour, ou lorsque même l'aurore ne se montre pas au-dessus de l'horizon. Ainsi, si l'aurore polaire, qui devrait être appelée *aurore magnétique*, n'était que la décharge *lumineuse* du fluide qui, de l'équateur aux pôles, forme la force dirigeante de l'aiguille aimantée, ses variations anormales indiqueraient la

*cause* du phénomène en une espèce d'agglomération de ce même fluide aux pôles magnétiques qui, pour rétablir l'équilibre, se résoudrait en une décharge violente, et par conséquent lumineuse. »

M. Le Breton, curé de Sainte-Honorine-du-Fay.

« Je me bornerai à un point que je crois important, parce que je le vois commun à l'aurore du 24 octobre 1870 et à celle qui est venue nous surprendre le 4 du mois présent.

» Dans les deux aurores boréales qui ont illuminé toutes les parties du ciel, le 4 février, à partir de 8 heures, les rayons convergeaient tous vers un point unique dans la constellation du Taureau. Avec les heures, le ciel, par le mouvement diurne, changeait et se transportait vers l'ouest, mais le pôle lumineux ne suivait pas : il est constamment resté à une hauteur d'environ 63 degrés avec un azimut d'environ 13 degrés à l'est du méridien, de sorte que Jupiter, à $10^h 25^m$ (heure de Paris), se trouvait au centre du phénomène.

» Or, je vois dans mes notes que, le 24 octobre, tous les rayons prolongés allaient exactement au même point, à la même hauteur, avec le même azimut, position facile à constater par la présence du carré de Pégase. »

» M. Lepingard, à Saint-Lô, constate que l'aurore laissait encore des traces le lendemain, à 6 heures du matin.

M. Tarry.

« Un télégramme, qui m'est adressé ce matin, vient compléter les détails précédemment donnés par moi sur l'apparition, en Amérique, de l'aurore boréale du 4 février. En voici le texte : « Aurore, 4 février, visible Duxbury, $11^h 40^m$ soir jusqu'à 5 heures matin méridien. Greenwich. »

» En réponse à la demande que je lui avais adressée, le directeur de la station de Saint-Pierre-Miquelon me fait savoir, en outre, par M. Sureau, que l'heure mentionnée dans son télégramme du 10 février est bien l'heure de Londres (*Greenwich time*), ce que je n'avais indiqué que comme une supposition.

» Il en résulte que les perturbations magnétiques éprouvées par les lignes télégraphiques se sont fait sentir *en même temps* ou à quelques minutes d'intervalle en Italie, en France et en Amérique, tandis que les phénomènes lumineux ont été visibles en Europe de 6 à 11 heures et, en Amérique, de minuit à 5 heures du matin, ce qui fait une différence de 6 heures.

» C'est un fait nouveau qui peut avoir de l'importance pour la théorie des aurores boréales. »

ASTRONOMIE MÉTÉORIQUE. — *Sur l'origine des aurores polaires.* Note de **M. H. Tarry**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« On peut ranger en deux catégories bien distinctes les opinions qui ont été produites relativement à l'origine des aurores polaires : celles qui attribuent à ces phénomènes une cause *atmosphérique*, comme aux pluies de poussière ou de sang, et celles qui leur attribuent une cause *cosmique*, comme aux étoiles filantes et aux aérolithes.

» La théorie de l'origine atmosphérique des aurores polaires est, en quelque sorte, celle de l'Observatoire national de Paris. Elle a été formulée, en effet, d'une manière précise par les deux astronomes chargés de la rédaction du *Bulletin international*, savoir : par M. Rayet à l'Académie des Sciences, à l'occasion des trois aurores boréales d'avril 1869 (1), et par M. Fron, à l'occasion de celles des 9 novembre 1871 et 4 février 1872, dans les publications de l'Observatoire et à la Société météorologique de France (2).

» Selon cette théorie, la rencontre des courants polaires et équatoriaux dans les hautes latitudes serait la cause première des décharges électriques qui se trahissent à nos regards par l'illumination de la partie supérieure de l'atmosphère connue sous le nom d'*aurore boréale*, et la formation des aurores serait liée par une étroite connexité avec celle des cyclones ou bourrasques qui apparaissent fréquemment au nord de l'Europe, l'*anneau auroral* qui se produit dans la région des *cirrhi* étant assimilable à l'*anneau orageux* qui se produit dans la région des *cumuli*.

» L'état de la science nous semble assez avancé, surtout après les nombreuses observations auxquelles a donné lieu la belle aurore boréale du 4 février dernier, pour qu'on puisse, au contraire, affirmer que les aurores polaires sont dues à une cause *cosmique*.

» Voici les faits sur lesquels se base cette opinion :

» 1° Aucun cyclone, aucune bourrasque n'a précédé, accompagné ou suivi l'aurore du 4 février. Il suffit de jeter les yeux sur le *Bulletin international de l'Observatoire de Paris* pour constater que, dans les journées des 3, 4, 5, 6 et 7 février, les fortes pressions ont persisté d'une manière exceptionnelle sur toute l'Europe, sauf sur une très-petite portion située à l'extrémité occidentale.

» 2° Les aurores polaires ne sont pas un phénomène local, comme les cyclones qui s'étendent au plus sur un rayon de quelques centaines de kilomètres, mais un phénomène général, visible simultanément en des points très-éloignés les uns des autres.

» Dès 1842, Quételet avait signalé la coïncidence des aurores boréales en Belgique et en Amérique (3); le Dr Heis, de Münster, a constaté pareillement la simultanéité des aurores boréales et australes (4), et il résulte des communications que j'ai faites à l'Académie à l'occasion des aurores boréales des 9 novembre 1871 et 4 février 1872, qu'on les a vues, à la fois, en Europe et en Amérique.

» 3° Les aurores polaires se produisent aux limites mêmes de l'atmosphère : les mesures directes les plus précises qui ont été effectuées à l'aide de la méthode des parallaxes ont donné une hauteur d'au moins 200 kilomètres (5).

» 4° L'analyse spectrale a démontré que, dans les régions où le phénomène se passe, il n'y a ni oxygène, ni azote; car les raies caractéristiques des deux gaz qui composent l'air ne se retrouvent pas dans le spectre des aurores polaires. C'est ce qui résulte des observations de M. Cornu sur l'aurore boréale du 4 février 1872, et M. Faye, en les communiquant à l'Académie, a insisté sur l'importance de ce fait.

---

(1) *Comptes rendus*, 19 avril 1869, p. 952.
(2) *Bulletin international de l'Observatoire de Paris* du 16 novembre 1871.
(3) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. IX, 1re partie, p. 185.
(4) *Compte rendu*, séance du 15 janvier 1872.
(5) *Compte rendu*, séance du 12 juin 1871, t. LXXII, p. 711.

» Tels sont les motifs qui me paraissent de nature à faire rejeter la théorie *atmosphérique* pour l'origine des aurores polaires.

» Quant à l'origine *cosmique*, diverses observations l'ont fait pressentir dans ces dernières années : nous voulons parler de la relation signalée entre les aurores polaires et les essaims d'étoiles filantes ou les taches du soleil.

» Nous laissons à d'autres le soin de faire ressortir la première de ces coïncidences, qui avait déjà été signalée par Quételet en 1840 (1) et qui, dans ces derniers temps, a été rappelée plusieurs fois à l'Académie. Dans notre opinion, les faits négatifs sont au moins aussi nombreux, sous ce rapport, que les faits positifs.

» La théorie que nous nous proposons d'exposer fait remonter l'origine des aurores polaires aux grands bouleversements qui se produisent dans la *photosphère*; elle a pour base les deux points suivants :

» 1° Les aurores polaires, ainsi que l'a constaté le père Denza, apparaissent en plus » grande quantité tous les dix ans, en présentant à cette date un véritable maximum, et » *la fréquence des apparitions aurorales, les variations de la déclinaison magnétique et l'a-* » *bondance des taches solaires sont des phénomènes intimement connexes entre eux*, car ils » manifestent, comme le premier, la même période avec un maximum tous les dix ans (2). »

» 2° Les aurores polaires, ainsi que je l'ai établi devant l'Académie pour celles des 9 novembre 1871 et 4 février 1872 (3), sont accompagnées de très-forts courants magnétiques qui interrompent complétement toute transmission sur les fils télégraphiques de grande longueur, sous-marins et aériens, ce qu'on n'observe au même degré ni lors du passage des cyclones ou bourrasques, ni lors du passage des essaims d'étoiles filantes.

» Partant de là, voici comment nous expliquons l'origine des aurores polaires.

» L'atmosphère solaire est le siége de véritables *éruptions* de matière incandescente, dont nos volcans les plus actifs ne peuvent donner qu'une bien faible idée, car le P. Secchi, qui en a observé *un grand nombre* pendant l'année 1871, à l'aide du spectroscope, a constaté qu'elles atteignaient souvent une hauteur de quatre minutes de degré avec une vitesse prodigieuse, rendue sensible dans le champ du télescope par le changement de réfrangibilité des raies du spectre (4). Le 7 septembre dernier, le professeur Young, de Boston, a vu une protubérance solaire éclater et lancer des matières incandescentes jusqu'à une hauteur de 200 000 milles avec une vitesse de 166 milles par seconde (5).

» C'est seulement l'hydrogène et la matière *inconnue* caractérisée dans le spectre solaire par la raie $D^3$ qui parviennent à cette grande hauteur.

» *Cet hydrogène*, qui ne paraît être, d'ici, que le résultat d'une décomposition, *emporte avec lui de l'électricité positive qui se répand dans les espaces planétaires*, puis dans l'atmosphère terrestre et même dans la terre, en diminuant toujours d'intensité, à cause de la mauvaise conductibilité des couches d'air de plus en plus denses et de celle de la croûte super-

---

(1) QUÉTELET, *Physique du Globe*, Bruxelles, 1861, p. 279.

(2) *Anuario scientifico ed industriale*; 6e année. Milan, page 67.

(3) *Compte rendu*, t. LXXIII, p. 1232, et t. LXXIV, p. 484.

(4) Journal l'*Opinione* (Rome), n° du 24 décembre 1871.

(5) *Scientific american Journal*, n° du 18 novembre 1871.

ficielle de la terre (1). » Telle est, suivant l'opinion soutenue à l'Académie par M. Becquerel, l'*origine céleste de l'électricité atmosphérique.* La matière que les comètes disséminent sans cesse dans les espaces interplanétaires, sous l'action de la force répulsive émanée du Soleil, ainsi que le prouve la réapparition de la comète périodique d'Encke privée de sa queue depuis son dernier passage, servirait de véhicule à cette électricité.

» Ces prodigieuses quantités d'électricité, amenées sur notre globe lors des éruptions solaires, apportent forcément une perturbation profonde dans la répartition du magnétisme terrestre. De là ces *orages magnétiques* dont l'illustre de Humboldt regarde l'aurore polaire comme la solution obligée (2), et que le frottement ordinaire des courants polaires et équatoriaux ou celui des étoiles filantes dans l'air ne saurait produire au même degré.

» Ces orages magnétiques, accompagnés d'aurores, comme les orages électriques sont accompagnés d'éclairs, se produiraient au point où l'électricité solaire vient rencontrer l'électricité terrestre, c'est-à-dire aux limites extrêmes de notre atmosphère; c'est pour cela que le spectre de l'aurore polaire ne contiendrait pas les raies correspondant aux éléments constitutifs de l'air, et contiendrait, au contraire, comme celui du soleil, les raies de corps qui n'appartiennent pas à notre globe et qui sont peut-être le signe caractéristique de l'*éther*.

» Enfin les éruptions solaires, qui donnent naissance sur la terre aux aurores polaires, produisent, dans la photosphère, des cavités ou taches qui peuvent avoir pour résultat de diminuer la quantité de chaleur envoyée par l'astre central; il peut donc y avoir une relation, comme M. Charles Sainte-Claire Deville l'a fait ressortir à l'occasion de l'aurore boréale du 15 avril 1869, entre les aurores polaires et de brusques variations de température qui ne seraient pas sans influence sur la santé publique (3).

» On peut objecter, il est vrai, à cette théorie, qu'on n'a pas observé des éruptions sur le soleil lors de chaque apparition d'aurore boréale. Cela peut s'expliquer, croyons-nous, par la date récente de la découverte de M. Janssen, par la difficulté de voir les éruptions solaires avec le spectroscope en dehors du contour de cet astre, par la courte durée de ces bouleversements de la photosphère qui subsistent au plus une heure, enfin par le manque d'observateurs et par l'état peu favorable de l'atmosphère, qui peut gêner les observations délicates au moment opportun.

» Cependant il résulte des observations qui ont été faites à Palerme par M. Tacchini que, pendant les quinze jours qui ont précédé l'aurore boréale du 4 février dernier, le nombre des éruptions indiqué par les *trous* qui paraissent exister dans la surface lumineuse aurait été constamment en augmentant, et que, le 5 février au matin, cette surface présentait une apparence tout à fait anormale et bouleversée, avec des *protubérances* dont quelques-unes étaient très-élevées.

» Ainsi donc, les phénomènes des aurores polaires feraient partie de cette science nouvelle, qui n'existe que depuis quelques années, mais à laquelle on a déjà donné le nom d'*Astronomie météorique*, parce qu'elle tient le milieu entre l'Astronomie et la Météorologie :

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 12 juin 1871.

(2) *Cosmos*, traduction de M. Faye. T. I, p. 215 et T. IV, p. 191.

(3) *Comptes rendus*, T. LXVIII, p. 964.

elle a, en effet, pour objet spécial les phénomènes *d'origine cosmique*, qui ne se manifestent à nous, comme les étoiles filantes, qu'au moment de leur contact avec l'atmosphère terrestre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur des faits dont on peut déduire : 1° une théorie des aurores boréales et australes, fondée sur l'existence de marées atmosphériques; 2° l'indication, à l'aide des aurores, de l'existence d'essaims d'étoiles filantes à proximité du globe terrestre; par* M. SILBERMANN. (Communiqué par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Sans entrer dans la description détaillée de l'aurore boréale du 4 février, je voudrais que l'Académie des Sciences me permît, pour prendre date, d'annoncer que les phénomènes minutieusement observés en cette occasion remarquable ont confirmé les vues théoriques que j'ai présentées dans plusieurs Communications faites à l'Académie des Sciences et à la Société météorologique en 1869 et 1870, et qu'ils m'autorisent, en outre, à en produire d'autres, que j'attendais de nouvelles observations pour oser émettre.

» Je résume ces points de vue sous les chefs suivants :

» 1° Les aurores boréales s'annoncent par les mêmes signes que les orages : baisse barométrique, hausse thermométrique, sentiment de prostration, odeurs nauséabondes quand c'est une aurore colorée qui se prépare, et aussi par l'existence de vapeur rutilante au bas des nubécules sombres aurorifères, semblable à celle qui colore le bas des nuées orageuses; cette vapeur est identique d'aspect à celle de l'acide hypo-azotique;

» 2° Les aurores coïncident toujours avec l'existence de deux vents superposés à directions rectangulaires; la surface de séparation des deux vents est la base des phénomènes lumineux. Quand l'aurore commence à se former, on voit :

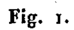
» 1° Des vapeurs s'élever du sol et former des nubécules sombres, lesquelles montent obliquement dans la direction du vent inférieur jusqu'à la surface de séparation des deux vents, lieu où les globules qui les composent, chargés d'électricité terrestre, se cristallisent au contact du vent froid supérieur, ce qui permet le dégagement de leur électricité par leurs arêtes (*fig.* 1). Lorsque les nubécules contiennent en dissolution des matières organiques, l'électricité dégagée se colore d'abord en rouge, puis en orangé, en jaune, en blanc, en vert, en bleu et en violet, quand le phénomène atteint une grande intensité, ainsi que cela a lieu pour les éclairs dans les orages amenés par les vents du sud et du sud-ouest;

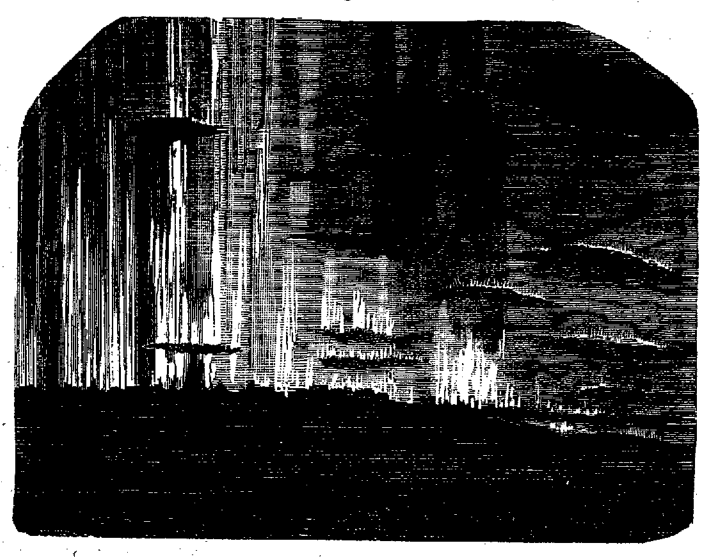
» 2° La forme arquée de la limite de séparation du segment obscur et de la partie lumineuse résulte d'un effet de perspective. La hauteur apparente du segment obscur dépend : 1° de l'épaisseur de la couche du vent inférieur; 2° de la distance à l'observateur des points où l'électricité commence à se dégager en fusant en gerbes lumineuses.

» Les hausses et les baisses du segment obscur dépendent : 1° les baisses, de l'épuisement des nubécules aurorifères par leur transformation en cirrhi; 2° les hausses, par l'afflux de nouvelles nubécules venant s'adjoindre à l'extrémité de la partie de la nappe sombre située en face de l'observateur;

» 3° Quand le vent inférieur est de sud-est et le vent supérieur de nord-est, l'aurore finit par la descente du segment obscur au-dessous de l'horizon nord-ouest (*fig.* 2).

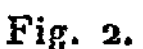
» 4° Quand le vent inférieur est de sud-ouest et le vent supérieur nord-ouest, le segment obscur finit par descendre au-dessous de l'horizon entre nord et est (*fig.* 3).

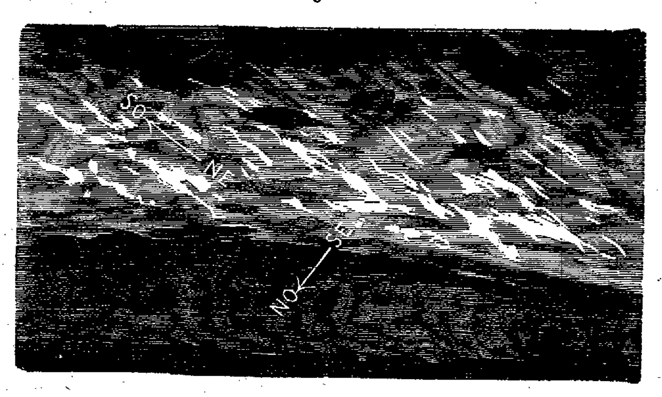

Fig. 1.



Phase de l'aurore du 15 avril 1869.

» 5° Mais quand le vent inférieur est de nord-ouest et le supérieur de nord-est, le segment obscur, au lieu de finir par descendre au-dessous de l'horizon, s'élève au contraire, et cela graduellement, jusqu'à dépasser le zénith, et l'aurore cesse d'être visible (*fig.* 4).


Fig. 2.




Aurores des 15 avril et 13 mai 1869.

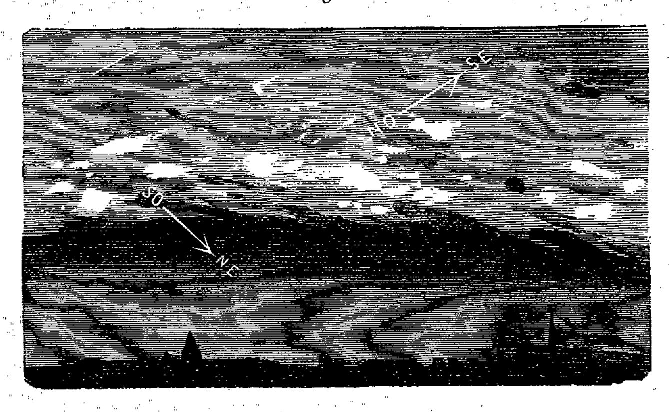
» Quand le vent inférieur est du sud et le supérieur de l'est (c'est le cas de l'aurore du 4 février dernier), l'aurore envahit le ciel entier et finit par descendre au-dessous de l'horizon à l'ouest-nord-ouest.

» 6° Les mouvements lumineux fusants de bas en haut et ceux de transport et d'ondula-

tion d'est à ouest, ou encore d'ouest à est, s'expliquent par la direction du vent supérieur.

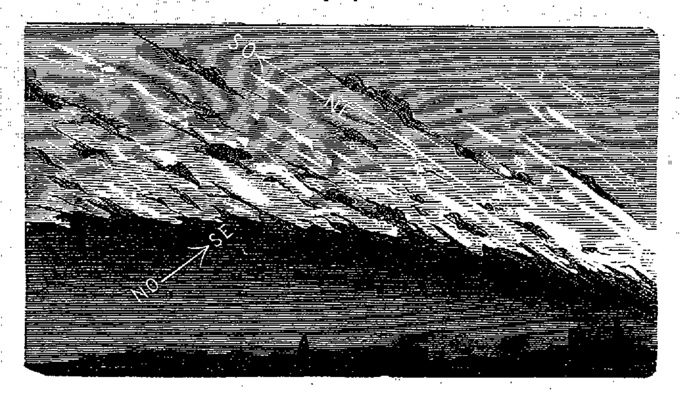
» 7° La convergence, le parallélisme ou la divergence des faisceaux auroraux sont des effets de perspective. 1° Lorsque le mouvement du vent est ascendant et approche de la verticale, les faisceaux parallèles paraissent converger et donnent l'aspect de la Couronne; 2° quand la direction du vent ascendant est inclinée d'environ 45 degrés en face de l'obser-

Fig. 3.




vateur, les faisceaux paraissent parallèles et présentent l'aspect d'un rideau; 3° quand ils deviennent horizontaux, ils paraissent divergents. C'est d'ordinaire la fin de l'aurore, et alors les faisceaux deviennent de moins en moins lumineux et de plus en plus opaques. C'est le plus souvent le commencement de la chute de petits cristaux de glace suivie de pluie fine.

Fig. 4.




Aurore du 2 mai 1870 (au lieu de baisse, il y a hausse barométrique).

» 8° Les apparitions d'aurores boréales sont soumises à des lois de périodicité; elles sont en rapport en chaque lieu avec la position du soleil et de la lune par rapport à notre globe et leur degré de proximité de la terre.

» Dans les contrées arctiques, où l'atmosphère est à la fois plus mince, plus calme, plus froide et plus dense, les aurores, durant la longue nuit hivernale, paraissent environ toutes

les vingt-quatre heures (entre $6^h 30^m$ et 8 heures du soir); de temps en temps paraît une seconde aurore, à environ 10 heures du soir; mais il paraît que, dans les latitudes moyennes, l'attraction des deux astres ne suffit pas pour produire une onde atmosphérique assez puissante pour provoquer l'aurore. Il faut sans doute le concours d'autres corps célestes venant ajouter leur action (Jupiter, Vénus et Mars ont sans doute aussi leur part d'influence); mais, de plus, il faut, à ce qu'il paraît, encore l'appoint de l'attraction produite par des essaims d'astéroïdes présentant une masse assez considérable pour produire une onde capable d'aider à la formation de l'aurore boréale.

» Un fait remarquable, c'est que voici la troisième année d'apparitions aurorales semi-mensuelles et particulièrement pendant les périhélies, les périgées et quelques heures après le passage de ces astres au méridien (retard déjà constaté pour les marées de la mer). Presque toutes les apparitions d'aurores ont été précédées et accompagnées de celles d'étoiles filantes, révélant probablement la proximité d'un essaim de ces petits corps célestes. Si les choses ont réellement lieu comme une multitude de faits nous le font penser, le grand éclat de l'aurore du 4 février a été le signe du voisinage d'une partie très-dense d'un immense essaim.

» Il semble résulter du même ordre de considérations que ces trois années consécutives d'aurores sont dues à un seul et même essaim, circulant à proximité de l'orbite terrestre et dont le défilé dure depuis trois ans.

» Il résulterait du même ordre de considérations que la masse des Perséides serait beaucoup plus considérable que celle des Léonides, puisqu'elle a été capable de produire l'aurore boréale du mois d'août 1869, tandis que les Léonides, quoique beaucoup plus brillantes, n'auraient pas donné lieu à une aurore très-visible. Néanmoins, je dois faire une réserve sur la possibilité d'une aurore durant l'averse d'étoiles filantes du mois de novembre 1866 : puisque ces étoiles paraissaient d'autant plus blanches qu'elles parcouraient une région plus élevée du ciel, et d'autant plus colorées en jaune, orange, rouge, bleu et vert que leur trajectoire était plus rapprochée du nord-ouest, à 20 à 30 degrés environ au-dessus de l'horizon.

» 7° Ces faits impliquent donc l'existence de marées atmosphériques, lesquelles seraient rendues visibles par l'ascension rapide de vapeur chargée d'électricité et la transformation de celle-ci en lumière.

» 8° Il est de même présumable que l'accroissement subit et inopiné de la température de la couche inférieure de l'atmosphère est dû, au moins en partie, à des actions chimiques à la surface du sol, activées peut-être par la diminution de la pression atmosphérique.

» 9° Les lignes télégraphiques dont le courant est troublé par l'aurore, sont situées (comme je l'ai dit dans ma Note à l'Académie en 1869), parallèlement au vent supérieur; c'est pour cela que les lignes d'est à ouest ont été troublées le 4 février dernier.

» 10° Les alternatives de courants en sens contraires pourront peut-être s'expliquer par les prédominances alternatives des deux vents rectangulaires chargés d'électricités de noms contraires.

» 11° La situation du segment obscur vers le nord-ouest, c'est-à-dire dans la direction du méridien magnétique, s'explique peut-être par l'action de refoulement vers le nord-est par le vent général de sud-ouest sur l'onde de la marée atmosphérique, dont la marche non entravée doit s'accomplir d'est à ouest; peut-être cette manière de voir expliquerait pourquoi

l'aurore du 4 février a été si brillante, en supposant une moindre force ce jour-là au grand courant de sud-ouest.

» C'est peut-être ici le lieu de remarquer que, si les précédentes inductions sur l'existence de marées atmosphériques ne sont pas sans fondement, il y aurait lieu à rechercher les lois de ces mouvements périodiques, et à les déterminer, tant en rapport avec les positions diurnes des deux astres qui en seraient les causes principales qu'avec l'amplitude des perturbations barométriques en chaque lieu (diurnes, mensuelles, etc.), comparées entre elles sur le plus grand nombre possible de points; variations qui tout à la fois accuseraient et mesureraient ces mouvements. Le baromètre remplirait ici en quelque sorte la fonction d'un instrument d'astronomie. J'oserais énoncer que certaines perturbations, périodiques elles-mêmes, des moyennes dont il vient d'être parlé, pourraient être reconnues comme causées par des passages de groupes d'astéroïdes au voisinage de l'atmosphère, et conséquemment révéler de tels passages dans les cas où ils ne seraient même pas rendus visibles par des étoiles filantes. Si je ne me trompe, il y aurait donc ici une nouvelle méthode, en même temps qu'un nouveau champ d'observations sur lequel l'astronomie et la météorologie, se rendant des services réciproques, concourraient toutes deux à l'avancement de la théorie des ondes atmosphériques et de celle des astéroïdes, ainsi que pour la prévision des réapparitions des aurores à époques fixes.

» Les vues que je viens d'avoir l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie sont en harmonie et confirment les observations de M. Charles Sainte-Claire Deville, sur la périodicité des époques d'abaissement de température vulgairement appelées *jours des saints de glace*.

» Enfin, les faits énoncés à propos de l'électricité dégagée sont de même en harmonie avec les idées émises par M. Becquerel père, sur le dégagement d'électricité résultant des réactions chimiques des substances organiques du sol.

» Les disparates relatives au temps, à l'heure, aux couleurs et à la forme des faisceaux, d'après les diverses relations de l'aurore du 4 février, surtout pour les observateurs situés à de grandes distances les uns des autres, tendent à prouver qu'ils n'ont pas vu la même aurore, que chacun a vu la sienne selon sa situation dans cette pluie de lumière s'élançant de bas en haut, ce qui écarte l'idée de phénomène extra-atmosphérique, en même temps qu'ils démontrent que la méthode des parallaxes ne peut s'appliquer à la mesure des hauteurs d'aurores boréales. »

M. **Bulard** adresse une Note relative aux phénomènes qui lui ont permis déjà d'établir des prévisions météorologiques et séismiques.

M. É. **Alix** adresse une Note concernant l'existence du *nerf dépresseur* chez l'hippopotame. Ce nerf présente, chez l'hippopotame, une disposition semblable à celle qui a été signalée chez le cheval, avec cette différence qu'il est très-grêle ; cette gracilité coïncide avec le faible volume de la carotide primitive, que Gratiolet a signalé comme un fait important.

M. Toselli informe l'Académie que le *réfrigérateur dynamique* dont il lui a soumis le principe est maintenant installé complétement.

(Renvoi à l'examen de M. Edm. Becquerel.)

M. Julliot adresse une Note, accompagnée de dessins, concernant une nouvelle disposition des pistons de machines pneumatiques.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. H. Magnan adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note « sur la base des formations secondaires (permien et trias) dans les Corbières et dans le chaînon qui réunit ce massif à la Montagne-Noire.

M. S. Zinna adresse une Note « sur l'iodosulfate de soude et les iodosulfates en général. »

M. Y. Picou adresse une Note relative à une propriété de l'hyperbole.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. Brachet adresse une Note relative à l'éclairage par la lumière électrique et à l'utilisation des chutes d'eau de la Seine pour obtenir la force motrice qu'il exige.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 février 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Annales de la Société entomologique de Belgique;* t. XIV. Bruxelles, 1870-1871; in-8°.

*Simples indications pour propager l'application de l'engrais-vidanges dans les diverses contrées de France, et Note relative aux engrais-vidanges de Paris; par* M. Maxime Paulet. Paris, 1872; in-8°.

*Annuaire de la Société Philotechnique;* années 1870-1871, t. XXXIX. Paris, 1872; in-8°.

*Traité pratique des maladies de l'estomac; par* M. T. BAYARD; 2e édition. Paris, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

*Petit manuel de la taille de la vigne dans les forts terrains de la Gironde; par* VIGNIAL. Bordeaux, 1870; in-8°.

*Guide pratique du propriétaire de vignoble; par* VIGNIAL. Bordeaux, 1871; br. in-8°.

*De la maladie de la vigne; par* VIGNIAL. Bordeaux, 1871; br. in-8°.

*Hygiène des écoles; par* M. R. VIRCHOW, traduit par le D. E. DECAISNE. Paris, 1869; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du prix de Statistique, 1872.)

*La machine à coudre et la santé des ouvrières; par* M. E. DECAISNE. Paris, 1872; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du prix de Statistique, 1872.)

*Annuaire de Paris.* 1re année, 1872. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

*Notice sur les travaux scientifiques de M. Tresca.* Paris, 1868; in-4°.

*The zoological record for* 1870, *being volume seventh of the record of zoological literature; edited by* Alfred NEWTON. London, 1871; in-8°, relié.

*Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory, Greenwich, in the year* 1869, *under the direction of* G.-B. AIRY. London, 1871; in-4°, relié.

*Catalogue of scientific papers* 1800-1863, *compiled and published by the Royal Society of London;* vol. IV, V. London, 1870-1871; 2 vol. in-4°, reliés.

*Philosophical transactions of the Royal Society of London;* vol. CLX, part. I, II; vol. CLXI, part. I. London, 1870-1871; 3 vol. in-4°.

*The Royal Society* 30 *th. november* 1870. London, 1870; in-4°.

*Proceedings of the Royal Society;* vol. XVIII, nos 119 à 122; vol. XIX, nos 123 à 129. London, 1870-1871; 11 liv. in-8°.

*Su di un ramo mostruoso della opuntia fulvispina, memoria di* G.-A. PASQUALE. Napoli, 1871; in-4°.

*Documenti biografici di Giovanni Gussone, botanico napolitano, tratti dalle sue opere e specialmente dal suo erbario, memoria di* G.-A. PASQUALE. Napoli, 1871; in-4°.

*Sailing directions for Magellan strait, and channels leading to the gulf of Penas; by captain* Richard-C. MAYNE. London, 1871; in-8°.

*Sailing directions for the west coast of Scotland;* part. II. *Cape wrath to the mull of Galloway, compiled from various admiralty surveys by staff commander* G.-F.-Mc. DOUGALL. London, 1871; in-8°.

*The admiralty list of lights in South Africa, East Indies, China, Japan, Australia, Tasmania and New-Zealand* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights in South America, western coast of North America, Pacific Islands, etc.*, 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights on the west, south, and south-east coasts of Africa* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights in the United-States of America* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights on the coasts and lakes of British North America* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights in the Mediterranean, Black and Azof seas, and gulf of Suez* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights in the west India, Islands and adjacent coasts* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights in the North sea (Belgium, Holland, Denmark, Prussia, Russia, Sweden, Norway), the Baltic, and the Whyte sea* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights on the north and west coasts of France, Spain and Portugal* 1872. London, 1872; in-8°.

*The admiralty list of lights in the British, Islands* 1872. London, 1872; in-8°.

*The tables for the British and Irish Ports for the year* 1872, *etc.* London, 1871; in-8°.

Ces ouvrages, publiés par l'*Hydrographic offici admiralty*, sont accompagnés de dix-huit cartes.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 12 février 1872.)

Page 486, ligne 3, *au lieu de :* mouvement d'intensité, *lisez :* maximum d'intensité.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

## SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'invention de la méthode de conservation des vins par le chauffage.* Note de **M. Balard.**

« Dans la séance du 29 janvier dernier, notre confrère, M. Thenard, a répété sur la conservation des vins ce qu'il avait déjà dit à l'Académie en 1869, et affirmé de nouveau « qu'à M. Pasteur appartenait la théorie de » cette opération, mais que c'était à Appert et à M. de Vergnette-Lamotte » qu'étaient dus les faits sur lesquels elle était fondée. »

» J'aurais voulu, dans la séance suivante, faire une réponse et établir que c'était bien à M. Pasteur seul qu'appartenait cette découverte; mais les travaux de l'Académie m'ont forcé à renvoyer ma Communication, de séance en séance, jusqu'à aujourd'hui. Je ne regrette pas, du reste, ce retard : il me permettra de répondre en même temps à notre confrère M. Thenard, ainsi qu'à M. de Vergnette lui-même.

» Dans la première édition de son traité, Appert, avant toute expérience directe, avait présenté le chauffage comme devant faciliter l'exportation des vins. Plus tard, il raconte, dans une de ses dernières éditions, comment il a essayé de vérifier la justesse de ses prévisions. Après avoir décrit

la manière dont il fit chauffer au bain-marie à 70 degrés des bouteilles de vin dont une partie restèrent au Havre et l'autre furent remises à des capitaines au long cours, tandis qu'il conservait dans sa cave quelques bouteilles telles qu'il les avait reçues de Beaune, il ajoute :

« J'attendis plus de deux ans le retour de mes bouteilles. De six que mon commettant avait expédiées au long cours, deux seulement revinrent de Saint-Domingue. Très-curieux, comme on se l'imagine bien, de connaître le résultat d'une expérience aussi importante, je m'empressai de soumettre une de ces bouteilles à la dégustation d'un habile connaisseur. Il la compara aux deux autres, savoir : une qui était restée dans la cave de mon correspondant du Havre, et qu'il venait de me renvoyer récemment, et une de celles que j'avais conservées intactes. Le résultat de cette triple comparaison fut extraordinaire : il démontra que ce vin, originairement le même, présentait trois qualités essentiellement différentes.

» La bouteille conservée chez moi, et qui n'avait pas subi de préparation, avait un goût de vert très-marqué; le vin revenu du Havre s'était fait et conservait son arome; mais la supériorité de celui revenu de Saint-Domingue était infinie : rien n'égalait sa finesse et son bouquet; la délicatesse de son goût lui prêtait deux feuilles de plus qu'à celui du Havre, et au moins trois de plus qu'au mien. Un an après, j'eus la satisfaction de réitérer cette expérience avec le même succès. »

» Il faudrait, pour conclure de ces expériences que c'est Appert qui a appris à conserver les vins par la chaleur, confondre deux choses bien distinctes : leur amélioration et leur conservation. Le vin n'est pas en effet, comme les autres substances alimentaires fraîches, nécessairement altérable : le plus souvent, il s'améliore en vieillissant; mais il éprouve parfois des altérations profondes qu'on appelle des *maladies*. Il devient louche, désagréablement sapide, souvent impotable. Conserver les vins, c'est prévenir ces altérations chez ceux qui auraient été naturellement susceptibles de les éprouver. Or rien dans l'expérience d'Appert ne prouve que la chaleur ait eu cette efficacité. Il eût fallu pour cette preuve que le vin sur lequel se faisait l'expérience fût altérable. Mais il ne l'était pas, puisqu'il s'est conservé aussi bien que celui qui avait été chauffé. On voit donc comment MM. Fremy, Thenard et de Vergnette-Lamotte, qui répètent que la découverte est due à Appert, sont loin de la vérité. Ce qu'il avait prouvé, c'est que la chaleur apportait dans les vins chauffés une amélioration que le voyage au long cours rendait plus sensible. Aussi, tandis que les procédés pour la fabrication des conserves se répandaient dans le monde entier, et que l'on continuait à recourir au transport dans l'Inde pour améliorer la qualité des vins, l'emploi de la chaleur pour leur conservation proprement dite est restée sans usage, malgré les améliorations dans le mode de chauffage introduites par M. Gervais, de Paris, dont M. le docteur Bart a rappelé de nouveau le travail.

» Si, en s'appuyant sur les travaux dont je viens de parler, on avait eu quelque tendance à employer le chauffage, on en aurait d'ailleurs été détourné par les expériences de M. de Vergnette-Lamotte, qui publia, en 1850, un Mémoire intitulé : *De l'exportation des vins de Bourgogne dans les pays chauds*. M. de Vergnette croyait à cette époque, comme la plupart des œnologues, que la bonne conservation d'un vin dépendait des proportions dans lesquelles s'y trouvaient ses éléments : l'eau, l'alcool, le tannin, l'acide tartrique, etc. Le vin dans lequel la nature avait mis entre ces matières diverses une pondération convenable était un vin susceptible de conservation, un vin normal.

» C'est d'une manière incidente que M. de Vergnette parla, en 1850, du chauffage des vins.

« ... Ne peut-on pas, dit-il, s'assurer *à priori* si les vins résistent aux fatigues qui résultent de leur envoi dans les pays chauds?

» J'ai observé, il y a quelques années, un fait assez important, qui contribuera singulièrement à éclairer la question. Souvent obligé, dans le moment de la récolte, de conserver, par la méthode d'Appert, des moûts destinés à des expériences qui ne pouvaient être faites que plus tard, j'ai aussi appliqué ce procédé à des vins de différentes qualités.

» En 1840, des vins de cette récolte avaient été mis en bouteilles au décuvage : après avoir été bouchés, ficelés et exposés au bain-marie à une température de 70 degrés C., ils furent descendus à la cave et oubliés. En 1846 (alors que la plupart des vins de 1840, dont les raisins furent grêlés, avaient subi une maladie à laquelle plusieurs succombèrent), quelques bouteilles se trouvèrent sous ma main avec leur étiquette, et je constatai, avec une remarquable satisfaction, qu'il était dans le meilleur état de conservation; seulement il avait contracté ce goût de *cuit* que nous rencontrons dans les vins qui ont voyagé dans les pays chauds. Il s'était dépouillé de sa matière colorante bleue. Plus vieux, plus sec qu'un vin de six ans ne devrait l'être, il avait tous les caractères que nous avons signalés dans le vin n° 1.

« Nous avons répété cette expérience sur d'autres vins à l'époque de leur mise en bouteilles, et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés C., à préserver de toute altération ultérieure les *vins de qualité soumis à nos essais*. Il n'en était pas de même pour ceux qui, d'une santé douteuse, ne présentaient pas cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas. Dans ce cas, ils ne résistent pas à cette épreuve. Nous verrons plus tard quel parti on peut tirer de ces observations. »

» Que le lecteur veuille bien relire avec une scrupuleuse attention ces deux dernières phrases, sur lesquelles je reviendrai tout à l'heure, et qui sont capitales dans le débat.

» Après avoir blâmé les coupages adoptés à Bordeaux, et insisté sur la nécessité de n'introduire dans les vins rien d'étranger, M. de Vergnette ajoute, comme conclusion qui étonnera peut-être l'Académie :

« Il nous paraît donc hors de doute que le seul moyen auquel nous devions avoir recours en Bourgogne pour la préparation des grands vins destinés à l'exportation consiste à les concentrer au moyen de la gelée. »

» Ayant décrit le procédé de congélation qui, conseillé par d'anciens œnologues, a été étudié par M. de Vergnette avec beaucoup de soin, il continue ainsi :

« Nous savons d'ailleurs que les voyages dans les pays chauds produisent sur les vins les mêmes effets que la chaleur d'un bain-marie ou d'un four dans les limites de 60 à 70 degrés centésimaux. Si donc, après avoir soumis à la congélation les vins qui doivent être exportés, nous en exposons, dès qu'ils sont devenus assez limpides pour être tirés en bouteilles, un échantillon à l'action de la chaleur, nous pourrons, dans le cas où ils résistent à cette épreuve, si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut, en conclure qu'ils résisteront aussi aux fatigues des plus longs voyages.

» En résumé,... pour nous, il n'est qu'une manière rationnelle d'améliorer les vins qui doivent faire de longs voyages : c'est de *les concentrer par la congélation*.

» ... Les vins qui ont voyagé dans les pays chauds présentent tous les caractères des vins que l'on soumet artificiellement, dans les limites de 60 à 70 degrés centésimaux, à la chaleur d'un four ou à celle d'un bain-marie. *Si, après avoir soumis à cette épreuve quelques échantillons des vins que l'on veut exporter, on reconnaît qu'ils y ont résisté, on pourra en toute sécurité les expédier; dans le cas contraire, on devra s'en abstenir.* »

» Ces citations montrent, ce me semble, jusqu'à l'évidence que, pour M. de Vergnette, en 1850, la chaleur n'était pas un moyen de conservation des vins; il la regardait au contraire comme ayant une action altérante. Exaltant leurs dispositions maladives, elle atteignait les vins faibles et échouait dans son action sur les vins robustes. De là l'idée que cette chaleur pourrait être employée comme une épreuve permettant de distinguer, entre deux vins soumis également à la congélation, ceux pour lesquels ce préservatif n'aurait pas suffi de ceux que cette congélation avait rendus assez résistants pour qu'on pût les expédier dans les pays chauds.

» En disant, d'ailleurs, que les vins d'une santé douteuse *ne se conservent pas et qu'ils ne résistent pas à cette épreuve*, il n'engageait, certes, pas à employer un remède qui pouvait devenir pire que le mal.

» Quand, au commencement de l'année 1864, M. Pasteur annonça que les altérations des vins étaient corrélatives de la présence et de la multiplication de végétaux microscopiques, M. de Vergnette-Lamotte, comprenant l'importance de la voie nouvelle dans laquelle notre confrère venait d'entrer, s'empressa, en le félicitant, de lui faire part des pratiques routinières suivies en Bourgogne pour cette conservation. Il ajoutait, en terminant, une très-longue lettre :

« Vous voyez, Monsieur, que tous les moyens que j'indique pour le traitement des vins menacés ou malades sont des moyens empiriques, qui ne sont en rien basés sur les causes connues du mal. Il ne pouvait en être autrement. Ces causes, Monsieur, vous les avez trouvées, et, permettez-moi de vous le dire, vous devez à la France viticole un travail sur le ferment de l'amer aussi complet que celui que vous avez publié sur la fermentation alcoolique....

» Ce qu'il nous faut aujourd'hui, c'est d'être guidés par le raisonnement seul dans toutes les opérations que demande le traitement des vins dans les caves : alors plus de vins malades, et vous aurez donné des millions à la France. »

» Chacun peut apprécier si, sous la plume d'un grand propriétaire de vignobles, récoltant des vins de prix, c'était là un *compliment banal*, comme le dit aujourd'hui M. de Vergnette, ou l'expression sincère des sentiments qu'il éprouvait en songeant que, la cause du mal étant connue, on pouvait espérer d'en découvrir le remède.

» Le 4 avril 1865, M. Pasteur, en faisant connaître à M. de Vergnette les observations qu'il avait faites sur quelques vins, au sujet desquels celui-ci l'avait consulté, après lui avoir annoncé que tous les vins vieux qu'il a envoyés sont malades et lui avoir donné de graves doutes sur ses vins nouveaux, ajoute :

« Voici une nouvelle importante et qui vous fera plaisir :

» J'ai la ferme conviction que je suis en possession d'un moyen très-pratique et sûr, capable de prévenir toutes les maladies de vos grands vins. Vous pourrez les conserver aussi longtemps que vous le désirerez. Je voudrais avoir sur ce point l'appui de votre observation la plus scrupuleuse et la plus directe. Voici dès lors le service que je réclame de votre obligeance et de votre dévouement à la solution qui me préoccupe.

» Vous auriez la bonté de m'envoyer diverses sortes de vins, choisis parmi les plus altérables de la Bourgogne.... Je traiterai moitié ou trois quarts du nombre de ces bouteilles par mon procédé, et je vous les renverrai soigneusement étiquetées et parafées avec cette indication : *Ce vin ne s'altérera plus.*

» Vous les déposeriez tout auprès d'un nombre égal de ces bouteilles mises en réserve, et dans six mois, dans un an, dans deux ans,... vous dégusteriez comparativement ces vins. De mon côté, je garderai quelques-unes de ces bouteilles dans les mêmes conditions et dans le même but. »

» M. de Vergnette répond le 8 avril :

« Je suis tout disposé à donner mon concours à vos expériences en vous adressant du vin de mes récoltes. Voici seulement un point sur lequel je désirerais être fixé :

» Pouvez-vous opérer sur des vins de la qualité des nos 12, 18, 21, 19.

» Nos vins vieux ont *votre ferment, à ce qu'il paraît,* mais j'espère que vous vous trompez sur nos vins nouveaux. »

» Le 11 avril, M. Pasteur lui répond :

« Je m'empresse de vous remercier et de vous informer que je puis opérer sur des vins de la qualité des nos 12, 18, 21, 19. Mon procédé n'a pas pour effet de guérir des vins malades, mais il arrête le mal lorsqu'il existe et le prévient absolument lorsqu'il n'existe pas. Ce n'est pas un remède aux vins altérés, mais un préservatif, et, appliqué aux vins déjà altérés plus ou moins, il empêche la continuation de la maladie. Si vous m'envoyez les vins nos 12, 18, 21, 19, je vous les renverrai dans un état tel, qu'ils resteront ce qu'ils sont, plutôt meilleurs que moins bons, et qu'ils ne deviendront jamais amers. »

» Et le même jour, dans un document publié depuis dans nos *Comptes rendus*, il résume en ces termes le résultat de ses études alors presque complètes :

« J'ai reconnu que les maladies ou altérations spontanées des vins sont produites par des êtres microscopiques, dont les germes existent dans le vin avant qu'il devienne malade.

» Le vin ne s'altère pas si ces germes sont tués. Un moyen simple et pratique de faire périr ces germes consiste à porter le vin à une température comprise entre 60 et 100 degrés.

» Je déclare prendre un brevet d'invention pour l'application de ce procédé. Il empêche toutes les fermentations irrégulières des vins, quelle que soit leur nature, sans altérer la qualité du vin (1). »

» Dans une Communication faite plus tard à l'Académie, M. Pasteur a montré que le minimum de la température nécessaire pour la conservation des vins pouvait être abaissé jusqu'à 50 degrés.

» En voyant M. de Vergnette engager M. Pasteur à s'occuper de cette question, continuer à correspondre avec lui, solliciter son jugement sur les altérations des vins qu'il lui envoyait, le visiter dans son laboratoire, apprendre de lui, le 15 février, à reconnaître au microscope les êtres vivants causes de la maladie, qui aurait pensé qu'il poursuivait lui-même, sans en laisser rien transpirer, la solution du même problème?

» On est bien obligé de l'admettre, pourtant; car ce n'était pas sans doute un plan d'expériences, mais des faits réellement observés qu'il présentait à l'Académie, quand, devenu notre correspondant, trois semaines après la prise de date de M. Pasteur qui était encore ignorée, il publiait un Mémoire sur l'amélioration et la conservation des vins par la chaleur.

» Renonçant à la congélation, adoptant probablement l'idée que la cause du mal tenait à des êtres vivants, que M. Pasteur lui avait appris à

---

(1) Ce brevet fut pris par M. Pasteur, quand ses idées sur la conservation des vins furent bien arrêtées, afin de se mettre en garde contre les frelons de l'industrie. Il l'a laissé volontairement tomber dans le domaine public, et ceux qui parlent avec un certain dédain de cette manière de s'assurer la propriété d'une découverte industrielle, peuvent en faire dès lors usage gratuitement.

distinguer, il essayait aussi de les tuer par la chaleur, dont il avait fait, en 1840, l'emploi que j'ai apprécié.

» Le procédé de M. de Vergnette ne s'applique qu'aux vins en bouteilles et consiste « à les empiler au grenier pendant les mois de juillet et d'août, » ou à les exposer, pendant deux mois, dans une étuve dont la tempé- » rature ne dépasse pas 50 degrés. Après ce traitement, les vins sont des- » cendus à la cave et conservés, comme de coutume, jusqu'à ce qu'on les » livre à la consommation. »

» Si M. de Vergnette était présent à notre séance, je lui demanderais cependant s'il a mis fréquemment en pratique son procédé; mais, à son défaut, notre confrère M. Thenard, peut nous dire s'il a dans ses caves beaucoup de vin exposé pendant deux mois à l'étuve, et si le climat de la Bourgogne et l'été de 1864 permettent de supposer que, dans un grenier couvert de tuiles et non de vitrages, la température puisse s'élever jusqu'à 45 ou 50 degrés. Je voudrais aussi savoir de lui ce qu'il pense des assertions contradictoires de M. de Vergnette et de M. Pasteur sur le fait de l'amélioration de la qualité du vin par cette méthode. M. de Vergnette assure que son procédé conserve et améliore le vin; M. Pasteur prétend qu'il aurait pour résultat nécessaire d'altérer les vins fins de la Bourgogne. Mais c'est à l'expérience et aux dégustateurs à prononcer sur l'influence comparative d'une température de 60 degrés agissant pendant un instant, et celle d'une température minimum de 50 degrés prolongée pendant deux mois, la seule chose, à mon avis, que M. de Vergnette puisse réclamer dans la question de la conservation du vin par le chauffage.

» Quant à l'utilisation pratique des deux procédés, je ne pense pas qu'on puisse hésiter entre celui qui exige du vin en bouteilles, une étuve, deux mois de chaleur, et un autre qui n'a besoin que d'une minute de chauffage, peut s'appliquer à bas prix aux vins conservés dans d'immenses tonneaux, et qui a déjà rendu à l'agriculture et au commerce des vins des services réels.

» On pouvait croire qu'à la fin de ces débats de 1865 la question que je cherche à élucider était claire pour tout le monde, et c'est ainsi qu'en pensait, à l'Exposition de 1867, le jury pour la classe d'agriculture, qui décernait à M. Pasteur un grand prix pour la conservation des vins. Mais, en 1869, à la suite d'une allocution de notre confrère le Maréchal Vaillant, au Conseil général de la Côte-d'Or, sur l'utilité du procédé Pasteur, notre confrère M. Thenard, soutenant de nouveau que c'était à M. de Vergnette-Lamotte que revenait la priorité, donna lieu à de nouveaux débats.

» M. Pasteur, en partant pour Trieste, les croyait terminés; il n'en était pas ainsi cependant. Ils se prolongèrent pendant son absence, et ce n'est que tout récemment qu'il a eu connaissance de la Note communiquée à l'Académie, le 22 novembre 1869, par M. de Vergnette-Lamotte.

» Dans cette Note, comme dans celle que renferme le *Compte rendu* précédent, comme dans toutes les autres, M. de Vergnette ne se sert que d'un seul argument : la reproduction du passage relatif au chauffage des vins en 1850, qu'il cite avec plus ou moins d'extension, mais jamais en entier. Dans celle de 1869, par exemple, rappelant ce qu'il avait publié en 1850, « quinze ans avant les premiers travaux de M. Pasteur sur le chauffage », il se contente de reproduire cette seule phrase :

« Nous avons répété cette expérience sur d'autres vins à l'époque de leur mise en bouteilles, et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés centigrades, à préserver les vins de qualité soumis à ces essais de toute altération ultérieure.

» Cette citation si précise répond — l'Académie voudra bien me l'accorder, je l'espère, — à toutes les attaques qui ont été dirigées contre moi. »

» Je ne crois pas que l'Académie puisse lui faire cette concession. Sa citation, précise dans ce qu'elle contient, n'est pas suffisante. Il aurait fallu, pour cela, y joindre la phrase suivante :

« Il n'en était pas de même pour ceux qui, d'une santé douteuse, ne présentaient point cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas. Dans ce cas, ils ne résistent pas à cette épreuve, etc. »

« Eh bien, la découverte de M. Pasteur, c'est que, contrairement à cette assertion de M. de Vergnette, tous les vins peuvent subir l'action de la chaleur sans s'altérer, et qu'une minute de chauffage assure la conservation d'un vin quelconque; que le vin le plus faible, le plus disposé à tourner à l'aigre, à la graisse, à l'état visqueux, à l'amer, est garanti des altérations qu'il aurait pu éprouver. Grâce à elle, l'ouvrier et le paysan, si peu soigneux pour leur vin, pourront le laisser presque impunément en vidange, en lui conservant les qualités d'un liquide sain et agréable.

» M. Pasteur n'a donc pas seulement le mérite si restreint que lui accorde M. Thenard; il est réellement l'inventeur, le propagateur convaincu de la méthode de conservation des vins par la chaleur; et si notre pays, grâce à ces pratiques, voit la richesse publique s'augmenter par l'exportation de nos vins ordinaires, les plus altérables, d'un bas prix et susceptibles d'être consommés par la partie la plus nombreuse des peuples qui ne cultivent pas la vigne, c'est à lui qu'en toute justice on doit en rapporter l'honneur. »

» Je prie, en terminant, l'Académie d'excuser l'étendue de cette Communication (1) : j'espère qu'elle voudra bien se rappeler que je ne suis pas entré spontanément dans cette discussion de priorité introduite dès les premiers jours dans le débat important qui s'agite devant nous. Cette discussion pouvait paraître, au premier aspect, une chose incidente, et n'ayant pour la science qu'un intérêt restreint. Elle se rattache cependant, de la manière la plus intime, au fond même du débat, puisque ces altérations des vins font partie des fermentations proprement dites de M. Pasteur, qui sont en cause en ce moment. Amené sur ce terrain malgré moi, j'ai cru devoir traiter la question d'une manière complète, en m'efforçant de la rendre assez claire pour que ce débat ne pût plus reparaître dans nos *Comptes rendus*, où il a, à diverses époques, occupé déjà trop de place.

» Dans la Communication que je viens de faire, j'ai eu surtout pour but d'exposer les faits. C'est, bien entendu, sur eux que j'ai fondé mes convictions; mais je n'ai pas l'espérance de la voir partagée par ceux qui, depuis longtemps déjà, ont eu et soutenu une opinion contraire. S'ils jugent convenable de continuer ce débat spécial, je ne les y suivrai pas; il est clos en ce qui me concerne, et je ne demanderai de nouveau la parole sur ce sujet que dans le cas où l'on contesterait les documents que je reproduis et les faits sur lesquels je m'appuie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Réponse à la Note précédente de M.* Balard *sur la priorité d'invention du chauffage des vins; par* **M. Thénard.**

« Je ne répondrai pas à M. Balard sur la question de priorité; je ne ferais que répéter ce qu'en conscience j'ai déjà dit précédemment. M. de Vergnette est d'ailleurs entré en lice, et je n'ai pas l'habitude de me substituer aux auteurs quand il m'est permis de faire autrement. Mais, revenant sur le terrain scientifique, je dirai qu'il ne faut pas confondre le but et les effets du chauffage avec ceux de la congélation.

» La congélation a pour but de concentrer le bouquet d'un vin qui en est doué, mais qui, par des circonstances quelconques, est trop aqueux et simultanément peu acide. La congélation est donc plutôt un moyen d'amélioration que de conservation. Un vin commun ne peut être congelé avec avantage. Un vin complet et de haute qualité ne peut l'être non plus.

» Le chauffage est, au contraire, un moyen de conservation et non d'amé-

(1) Ce développement, qui avait été d'abord rédigé sous forme de note, n'a pas été lu à l'Académie.

lioration. Le chauffage, de quelque manière qu'on le pratique, n'améliore pas un vin, il le détériore toujours dans une certaine mesure; mais il prévient une perte complète au cas où, par lui-même, ce même vin ne serait pas assez solide pour se conserver spontanément. Le chauffage est donc en quelque sorte une amputation qu'on fait subir au vin, pour le sauver de la gangrène. Aussi faut-il rester bien persuadé que sur une bonne table on ne servira jamais de vin chauffé, et qu'à l'occasion on servira très-bien, et même avec avantage, des vins congelés. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'hydrodynamique des cours d'eau.* Mémoire de **M. DE SAINT-VENANT.**

« 1. Si, dans les cours d'eau, le mouvement du fluide n'était jamais qu'*uniforme* et *rectiligne,* et si les sections transversales n'avaient que des formes et des dimensions s'écartant peu de ce quelles étaient dans les expériences de jaugeage qui ont été faites, les formules qui en représentent empiriquement les résultats pourraient suffire pour les calculs habituels et pratiques des débits, comparés aux dimensions des lits et à leurs pentes.

» Mais, hors de là, et même dans le cas ordinaire où le mouvement varié est *permanent,* l'empirisme fait défaut. Les frottements intérieurs du fluide jouent un rôle complexe, qui change, suivant les circonstances, le rapport entre la vitesse moyenne du débit à travers chaque section et les vitesses aux parois où agit le frottement retardateur, et l'on sent le besoin d'une théorie qui établisse des relations entre les vitesses *individuelles* aux divers points des sections et les pressions, dont les composantes tangentielles à leurs faces sont les *frottements* intérieurs du fluide.

» 2. Navier a donné, en 1822 (*), des relations ou équations de ce genre. Comme elles ne satisfont pas, ainsi qu'il le reconnaît lui-même, aux cas ordinaires de la pratique (**), plusieurs ingénieurs ont cherché à en établir d'autres. Pour mettre fin aux tentatives stériles, et tracer, s'il est possible, la vraie voie à suivre, il convient de déterminer d'abord dans quels cas et entre quelles limites les équations de Navier sont justes et applicables.

» Il ne les établit qu'en supposant, dans le fluide, des mouvements moléculaires *réguliers,* c'est-à-dire ne variant que d'une manière bien *continue,*

(*) Tome VI des *Mémoires de l'Institut.*

(**) Résumé (posthume), publié en 1838, de ses *Leçons à l'École des Ponts et Chaussées,* 2e partie, n° 109, p. 89.

Navier disait déjà, en 1823, dans leur lithographie, que le mouvement, dans ces cas ordinaires, est *plus compliqué* que celui que sa théorie de 1822 suppose.

ou ni brusque ni rapide d'un point à un autre, ou d'un instant au suivant, de sorte que les variations puissent être exprimées par des développements de Taylor réduits à leurs premiers termes.

» Dans cette supposition, on peut voir, tout d'abord, que la théorie de Navier est pleinement rationnelle.

» Après avoir, en effet, l'année précédente (1821), fondé la mécanique des solides élastiques sur le fait bien avéré (*ut tensio sic vis* de Hooke) du développement d'attractions et répulsions intérieures proportionnelles aux petits changements de distance mutuelle qu'on fait subir à leurs parties, Navier, en 1822, a admis analogiquement, pour les fluides, que dans l'état de mouvement l'action statique de deux quelconques de leurs molécules très-proches se trouve « augmentée ou diminuée d'une quantité proportionnelle à la vitesse avec laquelle elles s'approchent ou s'éloignent l'une de l'autre. » Cauchy et Poisson, en 1828 et 1829, sous deux formes différentes, ont justifié cette hypothèse si naturelle, c'est-à-dire qu'ils l'ont rattachée manifestement au fait constaté relatif aux corps solides; car Cauchy remarque (*) que dans les corps mous ou fluides, d'où les réactions élastiques ont disparu en tant que pouvant ramener complétement leurs états antérieurs, les tensions à chaque instant ne dépendent plus des changements totaux de forme éprouvé, mais seulement des changements *qui viennent d'avoir lieu dans un instant très-court*, ce qui revient bien à dire qu'elles dépendent des vitesses relatives actuelles; et Poisson (**), entrant dans le détail de ce qui a dû se passer à plusieurs instants successifs, précédant celui où l'on est, suppose qu'à chacun d'eux les petits déplacements moléculaires relatifs, proportionnels à ces vitesses, engendrent des composantes de pression comme celles qui se développent dans un solide élastique, mais que la mobilité constituant l'état fluide les fait diminuer rapidement d'intensité pour faire place à des composantes nouvelles, en sorte qu'en faisant un calcul cumulatif des pressions actuellement engendrées et de ce qui reste des pressions antérieurement produites, diminuées suivant une loi arbitraire, il obtient, pour l'intérieur des masses fluides en mouvement, des formules de pression reproduisant les équations de Navier.

» Comme le mystère de la fluidité n'est pas encore dévoilé, on ne sait sans doute pas pourquoi les molécules fluides glissent facilement les unes devant les autres, de manière à diminuer promptement et à effacer bientôt les actions dynamiques développées à chaque instant par les rapprochements

(*) *Exercices de mathématiques*, 3e année, p. 185.
(**) *Journal de l'École Polytechnique*, 20e cahier, p. 152.

et éloignements moléculaires. Poisson n'en était pas moins autorisé à faire son calcul, qui confirme et traduit en quelque sorte l'intuition de ses deux prédécesseurs; en sorte que les formules des pressions dans l'intérieur des fluides, se mouvant régulièrement et continûment, peuvent être regardées comme aussi ration nellement établies que celles des tensions ou forces élastiques à l'intérieur des corps solides.

» Ces formules sont, comme nous l'avons déjà rappelé dans plusieurs occasions, en nommant $u$, $v$, $w$ les composantes de la vitesse d'une molécule fluide dans les directions respectives de ses coordonnées rectangles $x$, $y$, $z$, et $p_{xx}, p_{yy}, p_{zz}, p_{yz}, p_{zx}, p_{xy}$, suivant une notation de Coriolis adoptée finalement par Cauchy (*), les trois composantes normales et les trois composantes tangentielles (les $-N_1$, $-N_2$, $-N_3$, $-T_1$, $-T_2$, $-T_3$, de Lamé) des pressions exercées à travers l'unité superficielle de trois petites faces dont les normales ont les directions des premiers indices, les seconds indices désignant les sens de décomposition, enfin $\varepsilon$ désignant un coefficient pour chaque liquide à chaque température :

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} p_{xx} = p - 2\varepsilon \dfrac{du}{dx}, \qquad p_{yy} = p - 2\varepsilon \dfrac{dv}{dy}, \qquad p_{zz} = p - 2\varepsilon \dfrac{dw}{dz}; \\ p_{yz} = -\varepsilon\left(\dfrac{dv}{dz} + \dfrac{dw}{dy}\right), \quad p_{zx} = -\varepsilon\left(\dfrac{dw}{dx} + \dfrac{du}{dz}\right), \quad p_{xy} = -\varepsilon\left(\dfrac{du}{dy} + \dfrac{dv}{dx}\right); \\ \text{ou :} \quad p = \frac{1}{3}(p_{xx} + p_{yy} + p_{zz}) \quad \text{puisque} \quad \dfrac{du}{dx} + \dfrac{dv}{dy} + \dfrac{dw}{dz} = 0. \end{array} \right.$$

» Nous donnons le signe $-$, dans les seconds nombres, aux termes affectés des dérivées de $u$, $v$, $w$, afin que les premiers membres soient bien des *pressions*, et non des *tensions* ou *tractions*, comme dans les formules des solides élastiques, très-analogues du reste à celles que nous venons d'écrire quand ces solides sont isotropes.

» Elles peuvent être réduites à ce théorème, ou à cette loi supposée il y a deux siècles par Newton (**), que les frottements ou les *composantes tangen-*

---

(*) *Comptes rendus*, 20 février 1854, t. XXXVIII, p. 329.

(**) *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, IX$^e$ section, proposition LI à LIII de la fin du tome I$^{er}$, où Newton disserte sur le mouvement des fluides par tourbillons.

Observons que les critiques dont la proposition LI a été l'objet n'ont porté que sur la manière inexacte dont Newton a appliqué son hypothèse, et non sur l'hypothèse elle-même, de proportionnalité des frottements « aux translations réciproques des couches ». Ainsi, Jean Bernoulli (*Nouvelles pensées sur le système de M. Descartes*, OEuvr. compl., t. III, n° CXXXVIII, § XVII) lui reproche avec raison d'avoir omis de multiplier, par leurs bras de leviers respectifs, les forces de frottement agissant en deux sens contraires (p. 144) sur la face concave et sur la face convexe d'une même couche fluide cylindrique de petite épaisseur;

*tielles* de pression, telles que $p_{yz}$, sont partout proportionnelles aux *vitesses de glissement relatif* des couches de même direction, vitesses angulaires qui sont représentées, en effet, par les binômes tels que $\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}$, dont le premier terme exprime, pour l'unité de temps et de distance des couches, le glissement qui vient de l'inclinaison prise par la ligne matérielle normale à la face sur laquelle le frottement s'exerce, et, le second, celui qui vient du mouvement angulaire de cette face elle-même, ou d'une droite qui y est tracée.

» Les trois dernières formules (1) entraînent, en effet, comme on verra, les trois premières, où figurent les trois *vitesses d'extension*, telles que $\frac{du}{dx}$, et celles-ci réciproquement entraînent celles-là.

» Il faut bien remarquer aussi que la partie des trois composantes normales qui est indépendante du *coefficient de frottement* $\varepsilon$, et qui se trouve désignée par $p$ sans indice, n'est pas, comme l'ont cru quelques auteurs, leur partie *purement hydrostatique*, ou ce à quoi elle se réduirait si le mouvement cessait tout à coup; car la gravité, ou la charge verticale d'eau jusqu'à la surface libre, ne constitue pas seule son intensité : l'inertie actuellement en jeu y a aussi part. Ce tiers $p$ de la somme des trois pressions normales, qui reste le même pour tous les systèmes d'axes coordonnés orthogonaux, est donc plutôt la partie des pressions qui est indépendante du frottement des fluides, ou qui subsisterait seule si toute friction pouvait s'annuler, en sorte que, lorsqu'on appelle *parties dynamiques* les parties *frictionnelles*, ou ce qui reste en retranchant $p$, on parle inexactement, et l'on s'expose à des omissions dont il y a eu des exemples.

» **3.** Il est bon d'observer aussi que les raisonnements et calculs qui ont conduit à établir ces formules (1) ne se bornent pas au cas hypothétique de

---

et d'Alembert lui reproche avec non moins de fondement, en le reprochant également à Bernoulli (*Traité des fluides*, liv. III, ch. VII, nos 379 et 384), d'avoir omis la constante de l'intégration.

En rectifiant sous ce double rapport le calcul de Newton, j'ai reconnu (*Mémoire sur la résistance des fluides*, présenté le 15 février 1847, et dont un extrait est au *Compte rendu*, t. XXIV, p. 243) qu'on trouve, pour les diverses couches cylindriques composant le tourbillon, des vitesses *absolues* (et non, comme concluait Newton, des vitesses *angulaires*) en raison inverse de la distance à l'axe. C'est précisément la loi que Léonard de Vinci a indiquée (*Del moto e misura dell'acqua*, liv. IV, ch. LII; — ou bien *Essai sur les ouvrages de L. de Vinci*, lu en 1797 par Venturi, fragment xe et observations à la suite; — ou encore : *Recherches sur la communication latérale du mouvement dans les fluides*, prop. XI).

mouvements d'une régularité idéale et parfaite : ils s'étendent au cas réel de ces stries où les trajectoires des molécules sont affectées de ces petites ondulations, intermoléculaires sans lesquelles aucun frottement ne s'exercerait, et qui tiennent inévitablement à ce que les molécules passent les unes devant les autres en s'attirant et se repoussant mutuellement. Les amplitudes supposables de ces stries étant, en effet, bien moindres que les distances auxquelles les molécules agissent les unes sur les autres, on peut, dans l'évaluation des actions, les abstraire ou compenser mutuellement leurs très-petites influences en remplaçant les trajectoires striées par d'autres sans stries, ou n'ayant partout que de petites courbures.

» 4. Il n'est pas inutile de dire que les mêmes formules s'obtiennent encore, et identiquement, par des considérations théoriques de formes différentes.

» Ainsi, M. Stokes, l'éminent professeur de Cambridge (*), après avoir réduit analytiquement les vitesses des diverses molécules composant un fluide à une vitesse commune de translation, à une vitesse commune de rotation, et à trois vitesses d'extension principales dont les différences deux à deux peuvent être considérées comme des *vitesses de déformation* (shifting), observe que celles-ci doivent avoir des grandeurs proportionnelles aux nombres de *sauts* moléculaires (starts) ou des passages d'un arrangement à un autre, qui s'opèrent dans l'unité des temps et qui, en faisant l'effet de chocs successifs, engendrent des résistances à la déformation continuellement opérée. D'où il conclut (ce qui suffit pour établir le reste) que les trois inégalités ou différences deux à deux des trois pressions normales dites *principales* sont à chaque instant proportionnelles aux différences des vitesses d'extension dans leurs sens respectifs.

» Ainsi l'auteur d'un Mémoire plus récent (**) observe que, dans chacun des états moléculaires par lesquels le fluide passe, il pourrait rester en équilibre, mais que le mouvement qui se continue détruit ces états à mesure qu'ils se sont formés, pour les remplacer bientôt par d'autres; et que la résistance opposée par le fluide à la déformation par glissement de ses couches les unes devant les autres est évidemment d'autant plus grande

---

(*) *On the Theories of the internal Friction of Fluids in motion, etc.* (*Cambridge's Transactions*, vol. VIII, part. III, p. 292 et 293; 1847.)

(**) Sur l'influence des frottements dans les mouvements réguliers des fluides, par M. Boussinesq (*Journal des Mathématiques pures et appliquées*, 2e série, t. XIII, 1868; et aussi, *Comptes rendus*, 27 juillet, t. LXVII, p. 287).

qu'est plus grand lui-même le nombre d'états stables par lesquels il passe dans un temps donné; en sorte que le frottement est proportionnel à la vitesse de glissement. C'est le raisonnement de M. Stokes, simplifié et appliqué à la composante tangentielle maximum au lieu de l'être aux différences deux à deux des composantes normales principales des pressions; il a aussi de l'analogie avec le raisonnement qui a été fait par Coulomb pour le frottement d'un fluide et d'un solide dans des mouvements très-lents.

» On arriverait vraisemblablement encore aux mêmes conclusions en supputant les *pertes,* c'est-à-dire les conversions successives, et sans retour, de force vive translatoire en force vive vibratoire atomique ou en *chaleur,* par suite du passage des molécules les unes devant les autres.

» 5. Il y a mieux : ces formules (1) des pressions et frottements à l'intérieur des fluides doivent être considérées comme pleinement confirmées par les faits, toujours pour les mouvements réguliers, ou affectés seulement, comme on a dit, de stries au-dessous de toute grandeur perceptible.

» En effet, feu le Dr Poiseuille, ancien élève de l'École Polytechnique, a fait sur de petits tubes, dont les diamètres ont varié de $\frac{1}{7}$ à $\frac{2}{3}$ de millimètre, de nombreuses expériences d'écoulement, où l'eau a pris des vitesses depuis 2 centimètres jusqu'à 42 mètres par seconde, sous des différences de pressions extrêmes, qui, évaluées en hauteur de colonne d'eau, ont été de $0^m,326$ à 83 mètres; différences qui, divisées par les longueurs respectives des tubes, ont donné des *pentes fictives* depuis 1 jusqu'à 421 de hauteur sur 1 de base. Toutes ces expériences, et celles de vérification auxquelles la Commission de l'Académie s'est livrée avant de lire son Rapport approbatif, ont donné des vitesses moyennes (quotients des débits par les aires des sections) proportionnelles aux pentes ainsi définies, et aux carrés des diamètres. Or, c'est précisément la double loi à laquelle sont arrivés M. Émile Mathieu (*) et M. Boussinesq (**), en appliquant à ces écoulements les équations de Navier ou les expressions (1). Ils ont fait pour y arriver, il est vrai, et sans avoir connu les travaux l'un de l'autre, une hypothèse, celle de la nullité de la vitesse contre les parois (***). Mais le second de ces deux

(*) *Comptes rendus,* 10 août 1863, t. LVII, p. 320.

(**) *Mémoire cité sur l'influence des frottements, etc.*, du 27 juillet 1868; ou *Rapport* du 3 août 1868; *Comptes rendus,* t. LXVII, p. 219 et 287.

(***) En appelant $u$ la vitesse du fluide à une distance $r$ de l'axe du tube dont le rayon est R et la longueur est L, comme, d'après la loi de Newton ou de Navier, $\varepsilon\left(-\frac{du}{dr}\right)$ est le

géomètres en donne une raison à laquelle on ne peut se refuser : « Si, » dit-il, et toujours dans les mêmes conditions de régularité des mouve- » ments, une différence extrêmement petite de vitesse, comme celle qui a lieu » entre les molécules de deux couches contiguës, dont l'action ne se fait » sentir qu'à des distances imperceptibles, développe une force sensible, » une différence finie de vitesse entre les molécules de la paroi et celles du » fluide en engendrerait une incomparablement plus considérable, à la- » quelle celle-là ne pourrait plus faire équilibre. » Il prouve d'ailleurs que si l'on suppose, contre les parois du tube, une vitesse finie à laquelle le frottement soit proportionnel (comme Navier croyait l'avoir démontré dans une partie contestable de son Mémoire) ou dont le frottement soit plus généralement une fonction, l'on arrive à de tout autres lois, pour les tubes de M. Poiseuille, que celles qui ont été révélées par les expériences citées (*).

---

frottement retardateur s'exerçant sur l'unité de surface du cylindre fluide de rayon $r$, on a, pour l'équation de la non-accélération de son mouvement, $\rho g$ étant le poids de l'unité de volume et $H = IL$, la différence des hauteurs de charge aux extrémités, ou I étant la pente fictive,

$$L\, 2\pi r \varepsilon \left(-\frac{du}{dr}\right) = \pi r^2 \rho g H,$$

d'où

$$(a) \qquad \varepsilon \frac{du}{dr} + \frac{\rho g I r}{2} = 0,$$

qui donne, $\varepsilon$ étant regardé comme constant, et en faisant $u = u_m$ pour $r = 0$, avec $u = 0$ à la paroi, ou, pour $r = R$,

$$(b) \qquad u_m - u = \frac{\rho g I}{4\varepsilon} r^2, \quad u_m = \frac{\rho g}{4\varepsilon} IR^2;$$

d'où, en appelant U la vitesse moyenne d'écoulement,

$$(c) \qquad U = \frac{1}{\pi R^2} \int_0^R u . 2\pi r dr = \frac{\rho g}{8\varepsilon} IR^2 = \tfrac{1}{2} u_m,$$

bien proportionnelle à la pente et au carré du diamètre conformément aux expériences.

(*) En effet, si la vitesse contre la paroi, ou pour $r = R$, est une fonction $f$ du frottement, on a

$$u_m - f\left(\frac{\rho g IR}{2}\right) = \frac{\rho g IR^2}{4\varepsilon}, \quad u = \frac{\rho g I}{4\varepsilon}(R^2 - r^2) + f\left(\frac{\rho g IR}{2}\right);$$

d'où la vitesse moyenne

$$U = \frac{\rho g}{8\varepsilon} IR^2 + f\left(\frac{\rho g IR}{2}\right).$$

Pour que U fût proportionnel à la pente I, il faudrait que la fonction $f$ fût du premier de-

» Et il déduit des expériences qu'on a pour l'eau à 10 degrés, l'unité superficielle étant le mètre carré et l'unité de poids le kilogramme,

$$\varepsilon = \frac{1}{7488},$$

valeur trouvée très-sensiblement constante par toutes ces expériences, malgré la grande variété des vitesses, des charges ou des pentes motrices et aussi des diamètres qui tous, seulement, sont plus petits qu'un millimètre (*). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'application probable des symétries quadruple, dodécuple et tridodécuple, ou des périodes de 90 jours, de 30 jours et de 10 jours, aux retours moyens des phénomènes électriques de l'atmosphère (orages et aurores boréales).* Note de **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« La Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa dernière séance, de la part de M. Silbermann, devait être accompagnée de considérations sur la périodicité des aurores boréales. La nécessité de ne point dépasser les limites réglementaires m'a seule empêché de les joindre au travail principal. L'auteur y faisait, en particulier, remarquer cette

gré; et il la faudrait du second degré, aussi monôme, pour que U fût proportionnel au carré $R^2$. Cette fonction, ou la vitesse contre la paroi, doit donc être faite nulle.

Si les expériences de Girard (*Mémoires de l'Institut*, 1813-1816), citées par Navier, ont semblé donner des vitesses proportionnelles aux diamètres et non à leurs carrés (comme si le premier terme de la valeur précédente de U était négligeable devant le second supposé fonction du premier degré de IR), cela tient, ainsi que l'observe M. Poiseuille, à ce que les mouvements n'y ont pas été réguliers, vu la grandeur de leurs diamètres, de 2 à 4 millimètres, comparée à leurs longueurs trop petites de toute manière pour que la régularité pût s'y établir. Girard lui-même convient que ces mouvements n'ont pas toujours été *linéaires* ou bien parallèles à l'axe. On peut remarquer que la formule $U = \frac{g\zeta}{E\lambda}\frac{D}{4} = \frac{\rho g}{2\rho E}$ IR (*Leçons* citées, n° 108) que Navier semble déduire de son analyse est, par le fait, indépendante de toute la partie de son Mémoire relative aux frottements intérieurs ou des formules (1) ci-dessus, et n'est qu'une déduction de sa supposition que le frottement des parois est proportionnel aux vitesses finies du fluide glissant contre leur surface mouillée.

(*) Quand la température est T, il faut multiplier cette fraction par

$$\frac{1,3368}{1 + 0,03368\,T},$$

c'est-à-dire par 1,3368 à 0 degré, 0,7987 à 20 degrés, etc.

singulière coïncidence que la brillante aurore du 4 février dernier avait été précédée, exactement à un an de distance, par un phénomène semblable, observé les 3 et 4 février 1871, dans le midi de la France, en Italie, dans le nord de l'Amérique et à Melbourne (Australie), et, à deux ans de distance, par une aurore boréale, observée aussi le 4 février 1870.

» J'avais, de mon côté, me plaçant à un tout autre point de vue, c'est-à-dire à celui des périodes *quadruple* et *dodécuple* que j'ai signalées depuis longtemps dans l'ensemble des phénomènes météorologiques, recherché la périodicité des manifestations électriques et magnétiques de l'atmosphère. Déjà, dans quatre courtes Notes, publiées aux *Comptes rendus* des 26 avril, 3, 10 et 17 mai 1869, j'ai montré que, de mai 1868 à mai 1869 (inclus), chaque retour des *saints de glace* des *février février-idés*

avait été annoncé par des manifestations de ce genre. Je pourrais encore, pour terminer l'année 1869, citer les orages des 11 au 14 août et les bourrasques, avec grêle, du 10 au 15 novembre.

» Mais je veux aujourd'hui serrer de plus près la périodicité de ces phénomènes, et montrer que, depuis deux ans, presque aucune des échéances mensuelles, entre le 9 et le 16, ne s'est passée sans qu'on y ait signalé des orages ou des aurores boréales. Et, pour que le champ des constatations ne puisse pas être considéré comme trop étendu, je n'emprunterai mes citations qu'à un seul Recueil, le *Weather-Report*, publié par le *Meteorological Office*, dont les remarques ne s'appliquent guère qu'aux îles Britanniques, ou au nord de l'Europe et à la France (1). Je commence où je me suis arrêté dans mon précédent travail, c'est-à-dire à décembre 1869. Voici les coïncidences que je remarque :

1869. Décembre : 13-14, bourrasque très-violente; nuit du 14 au 15, forte bourrasque du sud-ouest et de l'ouest sur toutes les côtes, avec beaucoup d'éclairs à Nairn et dans le sud de l'Irlande, et de la grêle en une foule de points.

1870. Janvier : 12, tonnerre et éclairs en diverses stations du sud-ouest; 13, éclairs à Plymouth.

Février : nuit du 11 au 12, aurore en Écosse.

Mars : nuit du 9 au 10, aurore à Greencastle; nuit du 13 au 14, faible aurore à Penzance.

Avril : 10, tonnerre et éclairs à Londres; 11, éclairs à Greencastle.

---

(1) C'est ainsi que j'ai procédé lorsque, dans ma *sixième Note* sur les variations périodiques (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 1299), j'ai montré le retour périodique des bourrasques avec les *saints de glace* des févruarides, en citant seulement le *Bulletin international* de l'Observatoire de Paris.

Mai : 15, tonnerre dans le midi de la France; 16, violent orage avec grêle à Roche's Point et à Aberdeen.

Juin : aucun phénomène électrique signalé.

Juillet : 9, tonnerre, éclairs, pluie et brouillard dans le sud-ouest de l'Angleterre; 11-12, orage à Londres et à Aberdeen, très-violent dans cette dernière localité; 15, orage à Londres et à Aberdeen.

Août : 16-17, orage à Oxö.

Septembre : 13, tonnerre et éclairs à Roche's Point.

Octobre : 13, orage à Valentia.

Novembre : 13-14, tonnerre, éclairs, pluie et neige dans l'ouest de l'Angleterre.

Décembre : aucun phénomène électrique signalé.

1871. Janvier : 12-13, aurore à Lovanio, Münster, Breslau, Cologne, Schleswig, Melbourne et Amérique du Nord (1); nuit du 13 au 14, brillante aurore à Thursö.

Février : nuits du 11 au 12 et du 12 au 13, aurore en Angleterre; 12-13, aurore en Italie, dans le nord de l'Europe et de l'Amérique méridionale, à Melbourne (2); nuit du 13 au 14, brillante aurore à Thursö.

Mars : 12-13, aurore en Angleterre.

Avril : 13-14, aurore en Angleterre et à Thursö.

Mai : 9, une violente bourrasque du nord-nord-est avec pluie, orage et éclairs est passée sur Londres; 11, grêle à Wick; 12, tonnerre à Biarritz.

Juin : 15, éclairs et tonnerre sur la côte sud-est de l'Angleterre.

Juillet : 15, orages à Shields et à Plymouth.

Août : 11-12, aurore à Valencia, éclairs à Roche's Point; 12-13, aurore à Nairn; orages sur la côte sud-est et à Biarritz; 15-16, orages en Angleterre et à Biarritz.

Septembre : 9-10, aurore aux Shetland; 10, orage à Portsmouth; 11-12, aurore à Shields, orages sur la côte sud-ouest; 12-13, aurore aux Shetland; 14, orage à Biarritz; 15, orages à Rochefort et à Biarritz; 15-16, aurore à Roche's Point, orage à Biarritz.

Octobre : 12-13, aurore à Thursö; 15-16, brillante aurore à Thursö et à Londres.

Novembre : 9-10, brillante aurore sur l'Angleterre; 10-11, brillante aurore sur l'Angleterre.

Décembre : 13, orage à Cuxhaven.

1872. Janvier : 9-10, aurore à Thursö; 14-15, éclairs à Valentia.

Février : 13, orage très-violent à Vendôme; 14, orage à Paris; 15, lumière aurorale et perturbation magnétique à Aoste (3).

» Ainsi, sur vingt-sept mois consécutifs, deux seulement, juin et décembre 1870, n'ont pas été signalés, en Angleterre et dans une petite partie de l'Europe avoisinante, par des phénomènes électriques (orages ou aurores

---

(1) Citée par le P. Denza.

(2) Citée par le P. Denza.

(3) Observation de M. G. Volante.

boréales) survenus pendant cette période critique, qui se concentre entre le 10 et le 15 (1).

» Il me paraît difficile de ne point être frappé de la coïncidence de ces retours réguliers avec la période de trente jours, que j'ai appelée *dodécuple*.

» Je ne voudrais pas quitter ce sujet sans indiquer déjà, dans ces phénomènes électriques de l'atmosphère, des indices de la symétrie *tridodécuple* ou du retour à des intervalles moyens de dix jours, que j'ai déjà montrée dans les oscillations de la température et de la pression barométrique. En voici deux exemples que j'extrais de la même source.

1870. Juillet : 24-25, orages dans l'ouest de l'Angleterre.

Août : 4, tonnerre à Ardrossan et à Greencastle; 16-17, orage à Oxö; 24, tonnerre à Nairn.

Septembre : 3-4, aurore boréale dans le nord et l'ouest de l'Angleterre; 13, tonnerre et éclairs à Roche's Point; 24-25-26, aurores en Écosse, en Irlande et en Angleterre.

Octobre : 4, éclairs à Wick et à Cuxhaven; 13, orage à Valencia; 23-24-25, brillantes aurores en France et en Angleterre.

1871. Juillet : 15, orages à Shields et à Plymouth; 24, tonnerre et éclairs sur la côte est de l'Angleterre.

Août : 4, éclairs à Douvres; 11-16 (*voir* la précédente énumération); 24-25, aurore à Roche's Point; tonnerre et éclairs à Leith.

Septembre : 4, tonnerre à Roche's Point; nuit du 4-5, aurore en Irlande et en Écosse; 9-16 (*voir* la précédente énumération); 23, grêle à Valentia; 24, tonnerre à Nairn.

Octobre : 4, éclairs à Yarmouth; 12-16 (*voir* la précédente énumération).

» Enfin, on peut remarquer que la magnifique aurore boréale du 4 février dernier avait été précédée, le 24 janvier, d'une dépression barométrique extraordinaire, qui s'est étendue sur une grande partie de l'Europe, et qu'elle a été suivie, le 14, d'un orage qui a passé sur Paris entre 6 et 7 heures du soir.

» Les faits que je viens de rapprocher, comme ceux que je rappelais dans mes Notes de 1869, ne présentent encore que de simples coïncidences; mais ces coïncidences méritent, dès maintenant, d'être signalées, et j'espère pouvoir un jour leur appliquer les procédés de recherche plus précis que

---

(1) Encore sur ces deux échéances qui seules font défaut, est-il nécessaire de remarquer que l'une, celle de décembre, est signalée par une succession non interrompue de violentes bourrasques, qui, du 9 au 15, parcourent toute l'Angleterre en la couvrant de pluie et de neige.

j'ai employés pour déceler les variations périodiques de la température et de la pression atmosphériques. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Théorème sur le spiral réglant des chronomètres;* *par* **M. Phillips.**

« Dans mon Mémoire de 1860 *sur le spiral réglant des chronomètres et des montres*, j'ai démontré que les conditions à remplir par le spiral, au point de vue de l'isochronisme, sont que sa forme soit telle : 1° qu'il n'exerce, pendant le mouvement, aucune pression contre l'axe du balancier; ou 2° que le centre de gravité du spiral reste constamment, pendant le mouvement, sur cet axe, et que la réunion, s'il était possible, de ces deux conditions, résoudrait la question avec une approximation, pour ainsi dire, du second ordre. J'ai fait voir, en outre, que les courbes terminales déduites de la théorie, en vue de satisfaire à la première condition, vérifiaient en même temps la seconde. Ces courbes terminales ont d'ailleurs été déterminées en ayant égard à la forme générale habituelle des spiraux supposés cylindriques.

» Dans la séance de l'Académie du 13 novembre 1871, j'ai présenté un théorème démontrant rigoureusement le fait général suivant :

» *Toutes les fois que la forme d'un spiral est telle qu'il n'existe, pendant le mouvement, aucune pression contre l'axe du balancier, il arrive que, pendant le mouvement, le centre de gravité de ce spiral est constamment sur l'axe du balancier.*

» Il arrive ainsi que la seconde condition mentionnée ci-dessus est toujours une conséquence de la première.

» L'objet du nouveau théorème que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie est d'établir que, réciproquement, toutes les fois que la forme d'un spiral est telle que, pendant son mouvement, son centre de gravité soit constamment sur l'axe du balancier, il arrive que celui-ci n'éprouve, pendant le mouvement, aucune pression de la part du spiral.

» Il en résulte que l'une quelconque des deux conditions générales mentionnées ci-dessus est toujours une conséquence de l'autre.

» La démonstration de ce second théorème faisant suite à celle du premier, je conserve les mêmes notations, en appelant seulement A‴ le point de la circonférence de la virole dont les coordonnées avaient été désignées par $x'''$ et $y'''$.

» Il avait été établi que $x''$ et $y''$ étant les coordonnées de l'extrémité A″

du spiral, après la déformation, on a

(1) $$x'' = \int_0^L \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds$$

et

(2) $$y'' = \delta' - \int_0^L \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds,$$

et que

(3) $$x''' = \delta'' \sin(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha)$$

et

(4) $$y''' = \delta'' \cos(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha).$$

Enfin, $x_1$ et $y_1$ étant les coordonnées du centre de gravité du spiral, on a démontré que

(5) $$x_1 = x'' - \int_0^L \frac{s}{L} \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds$$

et

(6) $$y_1 = y'' + \int_0^L \frac{s}{L} \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds.$$

» Comme, par hypothèse, on a constamment $x_1 = 0$ et $y_1 = 0$, il en résulte

(7) $$x'' = \int_0^L \frac{s}{L} \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds$$

et

(8) $$y'' = -\int_0^L \frac{s}{L} \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds.$$

» Des équations (1) et (2), on tire

$$\frac{d(x'' - x''')}{d\alpha} = -\int_0^L \frac{s}{L} \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds - \delta'' \cos(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha),$$

ou, à cause de (8) et (4),

(9) $$\frac{d(x'' - x''')}{d\alpha} = y'' - y'''.$$

» Des équations (2) et (4), on tire aussi

$$\frac{d(y'' - y''')}{d\alpha} = -\int_0^L \frac{s}{L} \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds + \delta'' \sin(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha),$$

ou, à cause de (7) et (3),

$$(10)\qquad \frac{d(y''-y''')}{d\alpha} = -(x''-x''').$$

» On déduit ensuite des équations (9) et (10)

$$(x''-x''')\,d(x''-x''') + (y''-y''')\,d(y''-y''') = 0;$$

d'où, en intégrant,

$$(11)\qquad (x''-x''')^2 + (y''-y''')^2 = K^2.$$

» Il résulte de là que la distance K des deux points A″ et A‴ est constante, et comme, pour $\alpha = 0$, cette distance est nulle, il s'ensuit que les deux points A″ et A‴ coïncident pendant tout le mouvement.

» Il est d'ailleurs évident que le spiral coupe toujours la circonférence de la virole sous l'angle donné $\gamma''$, puisque le rayon de courbure du spiral en A″ fait un angle $\theta''_0 + \alpha$ avec l'axe OY, et que le rayon OA‴ de la virole fait avec ce même axe OY un angle $\theta''_0 - \gamma'' + \alpha$.

» Le théorème se trouve ainsi démontré. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'aurore boréale du 4 février, observée à Rome, et sur quelques nouveaux résultats d'analyse spectrale.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 9 février 1872.

» L'apparition d'une aurore boréale complète dans nos latitudes est un phénomène fort extraordinaire. Nous avons eu, en octobre 1870, des apparitions assez belles sans doute, mais elles sont loin d'égaler celle du 4 février : je me souviens d'avoir vu seulement en Angleterre, en octobre 1848, une aurore comparable à cette dernière, et encore la regardait-on comme extraordinaire à cette latitude boréale.

» Je n'entrerai pas dans tous les détails, et je me bornerai à signaler quelques circonstances physiques, qui me paraissent les plus intéressantes.

» Les énormes perturbations magnétiques observées à $5^h 47^m$ (1) nous signalèrent le phénomène. Il était déjà visible, malgré le fort crépuscule. Il y avait, à $6^h 7^m$, deux plaques très-vives au nord et au nord-nord-est; leur lumière égalait celle du crépuscule au couchant. L'apparence de ces plaques était celle de nuages éclairés et phosphorescents : bientôt, il en parut

(1) Toutes ces heures sont celles de Rome.

une troisième au nord-ouest. Les premiers rayons rouges et brillants se montrèrent à $6^h 25^m$, à 40 degrés du nord vers l'ouest vrai. Après cela, il y eut un mouvement continuel de masses brillantes, qui se succédaient, en divers points du ciel, du nord-ouest par le nord au nord-est. A $6^h 45^m$, sur un fond cramoisi, se forma un arc complet, brillant d'une belle lumière jaune verdâtre, s'étendant de l'ouest 80 degrés nord vrai, au nord 83 degrés est. Quelques minutes après, cet arc était couronné d'une brillante auréole de rayons rouges. A $6^h 49^m$, l'arc se doubla : la lumière, passant rapidement sur le zénith, envahissait les Pléiades et la constellation d'Orion. A $7^h 7^m$, la couronne se forma pour la première fois, au delà du zénith. Dans ce moment, les rayons qui se soulevaient de tout l'horizon du côté du nord et leurs rudiments du côté du sud convergeaient tous vers l'étoile d'Aldébaran. Les colonnes partaient du nord-ouest, mais elles étaient plus brillantes au nord-est et à l'est.

» Jusqu'à ce moment, l'aspect de l'aurore était celui d'une large bande, nébuleuse et phosphorescente, qui se mouvait parallèlement à elle-même, dans la direction du méridien, en le coupant à peu près à angle droit, et s'avançant vers le sud avec un éclat intermittent. A $8^h 28^m$, une grande bande partie de l'ouest allait traverser les étoiles de la ceinture d'Orion. Cette bande était interrompue en certains intervalles et paraissait se réanimer au souffle du vent, qui soufflait du nord par faibles bouffées.

» Après que la zone eut dépassé l'équateur, l'aspect du météore entra dans une deuxième phase. Tout le ciel, excepté une petite portion à l'horizon du côté du sud, brillait d'une lumière pourprée, qui se transformait en un jaune vert plus vif du côté du nord. Sur ce fond brillant, se détachaient de nombreux rayons, d'une couleur pourpre dorée, qui allaient tous converger dans une petite région située au delà du zénith, près du méridien. Dans certains instants, le ciel ressemblait à un globe divisé par ses méridiens, ayant un pôle entre notre zénith et l'équateur. A $7^h 45^m$, ce pôle était dans la tête d'Orion, près du groupe des étoiles $\rho' \rho''$ (déclinaison 11 degrés); à $8^h 29^m$, il était sur la belle étoile $\alpha$ d'Orion (déclinaison 7 degrés); à $8^h 42^m$, il correspondait à la tête du monoceros (déclinaison 9 degrés); ces positions étaient un peu à l'est du méridien. Le déplacement était en partie dû à la rotation de la sphère céleste, mais évidemment il y avait un mouvement oscillatoire, dans le sens du méridien. Ces positions sont assez exactes : on les a prises avec les alignements au moyen d'un ruban noir.

» L'inclinaison magnétique à Rome étant $58° 50'$, la prolongation de l'aiguille d'inclinaison rencontre la sphère céleste à $10° 42'$ de déclinaison : on voit par là que le pôle des rayons a oscillé autour de la prolongation

de cette aiguille. L'aiguille elle-même, dans ce moment, était très-agitée, de sorte qu'elle marquait 1° 11′ de plus.

» L'axe de symétrie de l'aurore n'était pas dans le méridien magnétique à l'horizon, mais du côté de l'est; c'est de ce côté que se manifestèrent les colonnes les plus vives et les plus brillantes. La déclinaison oscillait d'environ un demi-degré à l'est et à l'ouest de sa position normale. Le barreau destiné à mesurer la force horizontale fut tellement troublé qu'il sortit de l'échelle, et l'on ne put avoir qu'une approximation grossière de la variation : elle aurait été d'environ 0,0262 de l'intensité horizontale. Le barreau à balance sortit aussi de son échelle et ne permit aucune appréciation de la force verticale : l'extrémité nord était profondément inclinée.

» J'ai remarqué ces détails, car il est admis que la couronne se forme sur le prolongement de l'aiguille de l'inclinaison : on voit ici que cette position n'est qu'approchée, et que l'*apex* des rayons s'est avancée continuellement du nord vers le sud.

» A 9 heures, l'aurore commençait à pâlir : la lumière restait brillante, mais uniforme dans l'hémisphère nord, et sans colonnes. A 11 heures, le ciel était encore clair : un segment obscur bordait l'horizon. Enfin, à 3 heures du matin suivant, tout avait disparu.

» Le spectre de la couronne était très-vif. La raie jaune 5560 (Angström) était visible sur toutes les parties du ciel. Dans les spectres des colonnes rouges vives, on voyait aussi une raie rouge, peut-être la raie C. Dans les régions vives de l'arc, on remarquait des lignes nombreuses et une trace de spectre continu dans le vert.

» Les circonstances météorologiques qui ont accompagné cette aurore sont également intéressantes. Depuis trois jours, nous avions un temps magnifique, véritable printemps, température douce de 8 à 9 degrés; à midi, la température s'éleva à 14 degrés, ciel très-clair, calme absolu dans le vent; seulement le baromètre était assez bas (763 à 764 millimètres) et au-dessous de la moyenne; on remarquait une grande humidité. Le matin du 4, cette humidité était si intense, qu'elle produisit un brouillard pénétrant partout, et le pluviomètre recueillit un demi-millimètre d'eau sans aucune pluie. Dans l'après-midi, le baromètre commença à monter, continua sa marche pendant l'aurore ($767^{mm}$) et arriva le jour suivant à $772^{mm},4$. Pendant l'aurore, il y eut des bouffées de vent du nord, et une grande précipitation de rosée. L'électricité statique était faible au commencement, mais elle augmenta au moment du plus bel éclat de la couronne; elle ne fut cependant pas très-forte. La température fut variable entre 9 et 8 degrés.

» Les deux jours suivants furent aussi très-beaux; le 7, des voiles encombrèrent le ciel et le 8 nous eûmes la pluie; aujourd'hui 9, pluie et grêle à $1^h 50^m$. En général, j'ai remarqué que les aurores précèdent de peu de jours un changement de temps, qui n'est point accidentel et de peu d'importance, mais qui se produit pour ainsi dire sur une grande échelle : elles semblent en connexion avec les grands changements des mouvements atmosphériques. Cette fois, cette coïncidence est bien manifeste : d'une saison très-belle et tranquille, nous venons de passer à des pluies et des orages.

» On a cherché dernièrement à trouver une relation entre les aurores polaires et les protubérances ou éruptions solaires; il est difficile de se prononcer à ce sujet, car des protubérances solaires assez belles se rencontrent si souvent qu'il est très-facile d'en trouver quelques-unes en coïncidence avec les aurores; mais il est permis de douter qu'il y ait là une véritable connexion de cause à effet, parce que *toutes les belles protubérances ne sont pas accompagnées d'aurores*, ni de perturbations magnétiques. J'ai eu soin de le vérifier toutes les fois qu'il y a eu une grande éruption, sans trouver de coïncidence. Le beau ciel ayant favorisé cette fois l'observation des protubérances, du 1er février jusqu'au 6, voici le résultat que j'ai obtenu.

» Le 1er février, l'activité solaire était assez grande, on comptait 5 groupes de protubérances à l'est, 2 au pôle sud, 3 à l'ouest; la hauteur maximum était de 64 secondes. Le 2 février, la chaîne des protubérances persistait encore à l'est, avec un mouvement assez fort : elles s'étendaient de l'équateur jusqu'à 30 degrés sud, leur élévation atteignant à 126 secondes; deux autres groupes à l'ouest, latitude 30 degrés sud, près des taches. Le 3, continuation de la masse brillante, de 10 degrés est à 40 degrés vers le pôle sud. Des pointes très-vives, mais basses, à ouest 25 degrés nord, annonçant une activité assez grande, près de la tache; plusieurs petites protubérances à l'ouest, entre 15 et 40 degrés sud. Mais la particularité la plus singulière était que la chromosphère était comme formée de longs poils *tous dirigés régulièrement de l'équateur vers les pôles;* chromosphère notablement élevée aux pôles. Le 4, l'activité est plus grande que la veille : quatre beaux groupes de protubérances, à l'extrémité de deux diamètres se croisant chacun sous un angle de 30 degrés avec le parallèle céleste. Des pointes assez vives se manifestent à l'est 30 degrés sud. Une belle protubérance conique, diamétralement opposée, hauteur maximum 70 secondes.

Le 5, l'activité continue à l'ouest; elle est affaiblie à l'est. Le 6, activité assez grande à l'ouest, belle éruption à l'ouest 40 degrés sud, et plusieurs petites protubérances; beau groupe à l'ouest, 20 degrés sud; beaux jets à 30 degrés nord. Chromosphère offrant de beaux poils, comme le 4. De ces aperçus, il résulte que le 4 n'a présenté aucune particularité notablement plus remarquable que les autres jours. M. Tacchini a observé, le 3, à l'ouest, une belle éruption; elle a eu lieu à la place où j'ai vu les points très-vifs, qui la précédaient peut-être ou la suivaient. La disposition de la chromosphère du 4 est sans doute assez remarquable, mais, comme elle s'est renouvelée le 6, sans apparence aurorale, je ne saurais trouver de connexion entre ces deux phénomènes.

» Sans doute, l'activité est augmentée depuis le mois de décembre, mais nous sommes encore loin de l'activité observée en juillet et août derniers. Cet état est d'accord avec celui des taches, qui sont maintenant nombreuses. Mais, dans ce dénombrement, il y a encore trop de vague; on compte les *groupes* et les *points:* cela ne suffit pas, il faudrait évaluer la surface occupée, et surtout leur profondeur. Les protubérances observées pendant ces journées concordent avec l'augmentation des taches, mais celles-ci sont superficielles et petites, et, quoique nombreuses, elles sont loin de présenter une étendue et une modification de la surface solaire semblable au maximum dont j'ai parlé plus haut. De là, le manque de grandes éruptions; et, quoique sensiblement augmentées, les protubérances sont loin d'égaler celles qui s'observèrent à l'époque des taches très-larges et très-profondes.

» Maintenant que l'étude du Soleil fait des progrès considérables, il me paraît intéressant de ne plus se borner, comme on l'a fait jusqu'à présent, à une simple énumération des taches; il devient nécessaire d'entrer dans quelques détails pour en donner une idée plus exacte. Sans doute, cela rendra cette étude un peu plus laborieuse, mais sans cela elle restera dans le vague. Une description de ce genre a été faite à Kew, par M. de la Rue, sur des photographies; elle est également commencée au collége romain, et j'espère pouvoir en présenter bientôt quelques résultats à l'Académie.

» En profitant d'une de ces belles soirées, j'ai examiné de nouveau le spectre d'Uranus. J'ai trouvé les trois bandes précédemment indiquées : une dans le rouge, l'autre dans le jaune, et la troisième dans le bleu; cette dernière coïncide réellement avec la raie *f*, comme l'ont trouvé MM. Vogel et Huggins, contrairement à ce que j'avais cru voir à l'époque de la découverte de ce spectre curieux. Mais la bande du rouge demande,

pour être visible, une atmosphère parfaitement claire, et je ne suis pas surpris qu'elle n'ait pas été aperçue.

» *P. S.* — Dans les belles soirées de ce mois, Jupiter a présenté un aspect admirable. La bande équatoriale, d'une couleur rose très-prononcée, était semée d'un grand nombre de nuages jaunâtres. Au-dessus et au-dessous de cette bande, il y avait un grand nombre de zones très-déliées, avec d'autres fortes et étroites, qui ressemblaient à des fils tendus. Les couleurs bleues et jaunes formaient un contraste remarquable avec la zone rouge (ce contraste étant augmenté sans doute par un peu d'illusion). La surface de la planète est actuellement si différente de celle que j'ai vue autrefois, qu'il y a lieu d'en étudier la météorologie : cette étude ne serait peut-être pas inutile pour celle du Soleil lui-même, car, sur cette planète, nous pourrions voir l'effet des influences solaires mieux que sur toute autre.

» Le soir du 3, j'ai observé le passage du troisième satellite et de son ombre; le satellite paraissait presque *noir*, lorsqu'il se trouvait sur le milieu de la planète, et *notablement plus petit* que son ombre, qui était visible avec lui; on l'aurait évalué à la moitié seulement. En s'approchant du bord il disparut, et reparut peu après, tout près du bord, mais comme un point brillant. Ce fait n'est pas nouveau pour les autres satellites; mais pour le troisième, il est singulier. Ce résultat montre encore la grande différence de lumière entre le centre et le bord de la planète, différence déjà confirmée par la photographie. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville** présente à l'Académie la troisième année (1870) des *Nouvelles météorologiques*, recueil mensuel, contenant les données atmosphériques pour soixante-quatre stations de la France et de l'étranger, et publié par le double concours de l'Observatoire météorologique central de Montsouris et de la Société météorologique de France, dont il a l'honneur d'être Président.

» Ce volume de 1870, dit M. Ch. Sainte-Claire Deville, a été en retard par suite des douloureuses circonstances que nous venons de traverser; mais nous préparons, en ce moment, les deux années 1871 et 1872, qui paraîtront concurremment. Pour la publication du volume de 1870, j'ai été aidé par un jeune savant, enlevé trop tôt à la science, M. Sonrel, et, pour les deux nouveaux volumes, j'ai la précieuse collaboration de M. Renou, ce défenseur, qu'on ne pourra jamais décourager, de l'exactitude, de la droiture et de la vérité. »

## NOMINATIONS.

« L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu sir *John Herschell*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

| | | |
|---|---|---|
| M. Airy obtient. . . . . . . . . . | 49 | suffrages. |
| M. Tchébychef. . . . . . . . . . | 2 | » |

M. **Airy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu sir *Roderick-Impey Murchison*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

| | | |
|---|---|---|
| M. Agassiz obtient. . . . . . . . | 50 | suffrages. |
| M. Bunsen. . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Il y a un bulletin nul.

M. **Agassiz**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Détermination des inclinaisons du plan de l'aile aux différents instants de sa révolution.* Note de **M. Marey**.

« Dans une série d'expériences présentées à l'Académie en 1870, j'ai montré que l'aile de l'oiseau décrit dans l'espace une ellipse.

» Les tracés graphiques, d'où j'avais tiré cette forme du parcours de l'aile, permettaient aussi de déterminer la hauteur de l'aile à chaque instant; on pouvait conséquemment connaître la vitesse avec laquelle s'effectuent l'élévation et l'abaissement de cet organe. Mais, pour passer de ces notions à celle du travail effectué par l'oiseau, pour savoir quelle résistance l'air oppose, à chaque instant, aux mouvements d'élévation ou d'abaissement de l'aile, il fallait aussi connaître l'angle sous lequel cet organe frappe l'air.

La résistance varie en effet d'une manière énorme, pour un organe mince comme l'aile d'un oiseau, suivant qu'il se déplace parallèlement à son plan ou perpendiculairement à celui-ci.

» Voici comment j'ai obtenu la solution de ce problème.

» Une buse, attelée à un manége de 7 mètres de diamètre, est suspendue de telle sorte que les mouvements de son vol s'effectuent le plus librement possible. L'oiseau entraîne en volant le manége, qui le contraint seulement à parcourir un trajet circulaire. Pendant ce temps, une tige légère, articulée à un mouvement de Cardan voisin de l'articulation de l'épaule, accompagne, dans tous ses mouvements, l'aile droite à laquelle on le relie au niveau de l'articulation carpienne.

» Les mouvements que la tige effectue de haut en bas sont transmis à un appareil enregistreur et fournissent la courbe des hauteurs de l'aile.

» Les mouvements d'arrière en avant que la tige et l'aile exécutent sont enregistrés de la même façon et donnent une seconde courbe.

» De ces deux courbes réunies, on déduit, par une construction simple, la courbe fermée qui représente le parcours de l'aile à chacune de ses révolutions.

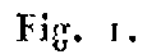
» Reste à déterminer l'inclinaison du plan de l'aile à chacun des points de cette courbe fermée.

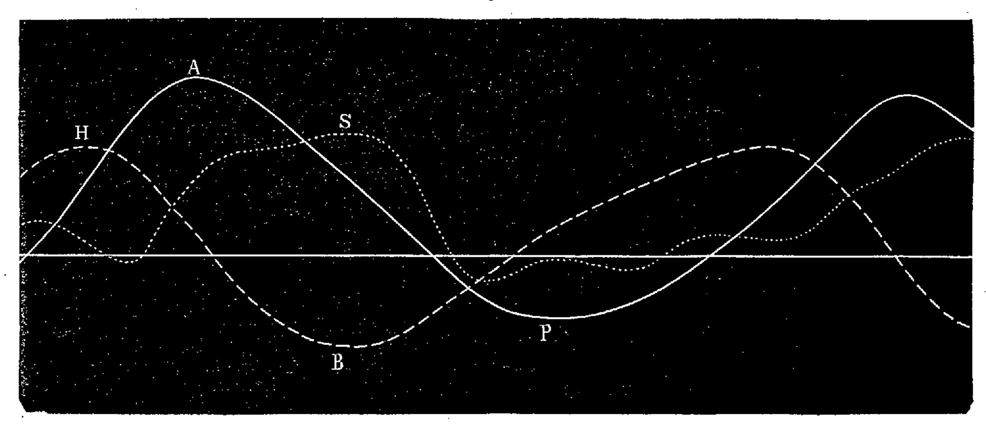
» Si l'on considère la partie osseuse de l'organe, c'est-à-dire l'humérus et l'avant-bras de l'oiseau, on voit que, si le plan de l'aile change, ces os subissent une sorte de torsion qui produit une rotation de la tête humérale dans sa cavité. C'est ce mouvement de rotation qu'il s'agit de transmettre à la tige et de faire enregistrer aussi sous forme de courbe.

» A cet effet, une sorte d'éventail dont les branches sont reliées aux principales rémiges de l'oiseau est adaptée à la tige qui produit les mouvements de l'aile. Cet éventail peut glisser le long de la tige, afin de permettre, s'ils existent, les mouvements de flexion et d'extension de l'aile; mais il ne peut changer de plan sans tordre la tige à laquelle il est fixé. Or l'articulation de Cardan ne permet pas les mouvements de torsion; cette articulation subira donc cette torsion comme la tige elle-même, et la transmettra à une autre tige qui, située sur le prolongement de la première, pivote dans un tube et traverse une poulie. C'est la rotation de cette poulie qui transmettra le signal des changements du plan de l'aile, ce qui donne naissance à une troisième courbe.

» Avec ces triples données, on peut construire non-seulement la trajectoire de l'aile, mais la série des positions qui représentent les inclinaisons de l'aile aux divers points de son parcours.

» La *fig.* 1 montre les trois courbes obtenues à la fois au moyen de l'appareil.


Fig. 1.

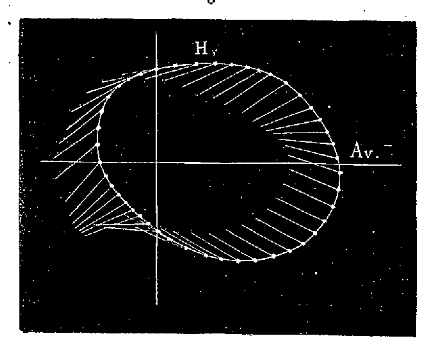



» La courbe tracée par un trait plein correspond aux mouvements que l'aile exécute dans le sens antéro-postérieur. Le point A et ses homologues correspondent à la position antérieure extrême de l'aile de l'oiseau ; le point P à la position extrême postérieure.

» La courbe formée de traits interrompus indique les hauteurs de l'aile dans l'espace ; le point H correspond au maximum de l'élévation de l'aile, et le point B à son plus grand abaissement.

» Ces deux courbes dans l'espace permettent de construire par points la courbe fermée (*fig.* 2) représentant la trajectoire que l'aile parcourt autour de son centre de mouvement qui est l'articulation de l'épaule.

Fig. 2.




» C'est sur cette trajectoire que nous déterminerons l'inclinaison du plan de l'aile à chaque instant de son parcours elliptique.

» A cet effet, il faut se reporter (*fig.* 1) à la courbe ponctuée, qui est l'expression des torsions de l'aile à différents instants. Les ordonnées positives et négatives de cette courbe correspondent aux tangentes trigonométriques des angles que l'aile fait avec l'horizon (1).

(1) Il faut de l'angle trouvé retrancher algébriquement une valeur constante : l'angle de 30 degrés que l'aile au repos fait avec l'horizon.

Elles permettent donc de tracer sur la *fig.* 2 une série de lignes dont chacune exprime, par son inclinaison sur l'horizon, l'inclinaison que le plan de l'aile présentait à ce même instant de son parcours.

» Le sens du mouvement de l'aile se fait de haut en avant, ce qui sur la *fig.* 2 se compte de haut à droite, de la lettre H aux lettres Av.

» L'inclinaison du plan de l'aile semble, à première vue, produite exclusivement par la résistance de l'air. Elle croît, en effet, avec la vitesse de la descente de l'aile, et cesse avec cette descente même. On peut voir qu'au bas de sa course, l'aile revient brusquement à son inclinaison normale, qui est d'environ 30 degrés au-dessous de l'horizon, et remonte en abaissant encore son bord postérieur, ce qui fait qu'elle offre à l'air une très-faible résistance.

» Je me propose d'étudier les changements que présentent la trajectoire de l'aile et l'inclinaison de son plan, quand on fait varier la vitesse du vol et les résistances que l'oiseau doit surmonter. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des courants secondaires pour accumuler ou transformer les effets de la pile voltaïque.* Mémoire de **M. G. Planté**, présenté par M. Edm. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Si l'étude des moyens de production de l'électricité voltaïque est aujourd'hui, à juste titre, l'objet de nombreuses investigations, la recherche des moyens d'accumulation ou de transformation des effets d'une source d'électricité donnée, n'offre pas un moindre intérêt; de même qu'en Mécanique, l'étude des appareils destinés à accumuler ou transformer les forces présente une importance non moins grande que celle des machines motrices proprement dites.

» Sans parler des effets remarquables produits par l'induction, les travaux de MM. Grove et Poggendorff ont fourni d'autres solutions du problème de la transformation d'un courant d'une tension donnée, en un courant d'une plus haute tension, à l'aide de la polarisation voltaïque. Les résultats que j'ai obtenus depuis, et les batteries secondaires que j'ai fait connaître (1) ont permis, à la fois, d'*accumuler* ou de *transformer* le travail

(1) *Comptes rendus*, t. L, p. 640, et t. LXVI, p. 1255. — *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XV, p. 5, 1868.

de la pile, par l'emploi d'un courant secondaire d'une énergie exceptionnelle, développé dans des conditions particulières.

» Mais il importait de rechercher si ces effets peuvent être obtenus sans une trop grande perte de la force primaire employée à charger les batteries secondaires, de connaître, en un mot, le *rendement* de ces appareils considérés comme *récepteurs*, et de perfectionner leurs dispositions, de manière à obtenir le meilleur rendement possible. Tel est l'objet du travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. De nouvelles dispositions tendant à améliorer les effets de ces appareils s'y trouvent indiquées.

» Pour obtenir l'accumulation la plus complète possible du travail de la pile dans un couple ou une batterie secondaire à lames de plomb, le couple ou la batterie doivent avoir été préalablement *formés*, c'est-à-dire avoir subi l'action prolongée du courant primaire, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, de manière que la surface des lames puisse s'oxyder ou se réduire facilement sous l'influence d'une action ultérieure. Quand ces conditions sont réalisées, les lames ne présentent aucun dégagement de gaz pendant que la batterie se charge; l'oxygène est employé tout entier à la peroxydation de la lame positive; l'hydrogène, à la réduction du peroxyde qui s'est développé sur la lame négative pendant une décharge antérieure. Dès que cette double action est produite, les gaz apparaissent, et la batterie se trouve chargée à saturation. Quand les lames du couple ou de la batterie secondaire sont soumises au passage d'un courant pour la première fois, le dégagement de gaz apparaît, il est vrai, presque immédiatement; l'hydrogène et une partie notable de l'oxygène se dégagent sans produire d'effet utile; mais, avec le temps, la surface du métal se prête à l'accumulation d'une couche plus épaisse de peroxyde; les gaz sont mieux absorbés, de sorte qu'à mesure que la batterie secondaire fonctionne, les effets qu'elle peut produire, lors de la décharge, acquièrent plus de durée. Dans un couple secondaire bien *formé*, d'un demi-mètre carré environ de surface, sur lequel on fait agir deux couples ordinaires de Grove ou de Bunsen, le dégagement de gaz ne commence à apparaître qu'au bout de six à huit minutes. Pendant cet intervalle, le couple secondaire absorbe complétement les deux gaz provenant de l'électrolyse, et semble emmagasiner tout son travail, pour le rendre ensuite, quand on ferme le circuit secondaire.

» Le *rendement* a été mesuré dans ces conditions, en ajoutant, d'une part, à la pile principale, un couple témoin à sulfate de cuivre et à lame de platine préalablement pesée, pour connaître la dépense pendant la charge d'un couple secondaire; d'autre part, en faisant agir le couple secondaire

chargé sur un voltamètre à lame de platine également pesée, jusqu'à ce que le courant secondaire soit tout à fait anéanti et, par suite, incapable de continuer à produire un dépôt dans le voltamètre. En comparant, d'après les dépôts de cuivre obtenus, le travail rendu par le couple secondaire avec le travail dépensé par la pile primaire pour le charger, on a trouvé que la proportion ou *rendement* était de 88 à 89 pour 100. On a donc là un *récepteur* assez parfait du travail de la pile voltaïque, et on s'explique ainsi l'intensité des effets que ces couples ou batteries secondaires permettent d'obtenir, en dépensant, dans un temps très-court, la force d'un courant primaire recueillie pendant un certain temps.

» La batterie secondaire à lames de plomb, disposée pour produire des effets de tension, offre un rendement inférieur à celui des couples secondaires destinés aux effets de quantité, et moins susceptible d'une mesure exacte, par suite de petites différences inévitables dans la résistance de chacun des couples qui la composent; cet appareil n'en est pas moins un organe de transformation efficace, permettant d'obtenir, après un certain temps d'action d'un courant faible, les effets les plus intenses de la pile voltaïque, tels que la lumière électrique, la combustion des métaux, etc.

» Le rôle que peuvent jouer ces instruments dans l'électricité dynamique est analogue à celui de toutes les machines qui servent, en mécanique, à accumuler ou transformer les forces, telles que le levier, les ressorts, la presse hydraulique, le mouton, etc. Dans cette dernière machine, par exemple, une masse pesante, soulevée peu à peu à une grande hauteur, par une série d'efforts successifs, est ensuite abandonnée à elle-même, et rend, par sa chute, sous forme d'un grand et unique effort, la majeure partie du travail dépensé pendant un certain temps. Dans les batteries secondaires dont il s'agit, la somme des actions chimiques produites par une faible somme d'électricité, distribuée sur un grand nombre de couples, développe une somme de forces électromotrices qui, réunies lors de la fermeture du circuit secondaire, *rendent*, sous forme d'un courant très-intense de courte durée, la somme des actions accumulées pendant tout le temps qu'a duré la charge de la batterie. Les effets de *quantité* correspondent à la chute d'une *masse* très-pesante, soulevée à une petite hauteur; les effets de *tension*, à la chute d'une masse moins pesante, soulevée à une grande hauteur.

» Ces rapprochements montrent, une fois de plus, le lien qui existe entre les diverses manifestations de la force ou du mouvement, en général, et la variété des effets qu'on peut espérer obtenir, par analogie, de la force électrique. »

M. Gorceix adresse, par l'entremise de M. Ch. Sainte-Claire Deville, une Note relative à la composition des gaz qui se détachent de la solfatare de Pouzzoles.

(Commissaires : MM. Boussingault, Ch. Sainte-Dlaire Deville, Desclaizeaux.)

M. E. de Bouÿn adresse quelques détails complémentaires, au sujet de son système de rails mobiles tournants.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Mégnin adresse deux observations cliniques, qui viennent à l'appui des idées émises récemment par M. *Coze*, sur la fragmentation des balles et leur fusion probable dans les plaies d'armes à feu.

M. E. Lantier soumet au jugement de l'Académie un Mémoire imprimé, accompagné d'une Note manuscrite, sur la conservation des membres blessés par les armes à feu perfectionnées.

Ces deux pièces seront transmises, comme documents, à la Commission nommée pour le Mémoire de M. *Coze*, Commission qui se compose de MM. Morin, Phillipps, Larrey, Dupuy de Lôme.

M. Miniac adresse un plan perfectionné de son « ballon dirigeable ».

M. Veillet adresse une Note concernant également un projet de ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Anez adresse une nouvelle Note concernant la maladie du *Phylloxera vastatrix*.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Milne Edwards, Blanchard.)

M. Tellier adresse une nouvelle Communication relative à son système de production du froid, par la vaporisation de l'éther activée par un courant d'air.

Cette Communication est particulièrement relative à l'application de ce système aux appareils qui produisent le froid par la dilatation de l'air préalablement comprimé : en faisant passer cet air sur un bain d'éther, on pourrait utiliser à la fois l'absorption de chaleur due à la dilatation de

l'air, et celle qui serait produite par le passage de l'éther à l'état de vapeur; d'après l'auteur, on pourrait arriver à doubler ainsi le rendement.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Dumas, Jamin.)

M. **Tostivint** adresse une nouvelle Note relative à son procédé d'élevage des perdreaux.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. **Bouvard** soumet au jugement de l'Académie deux propositions de géométrie élémentaire, qui feraient disparaître les difficultés résultant de l'introduction du *postulatum* d'Euclide.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. A. **Gillot** adresse une nouvelle Lettre, concernant son Mémoire sur la carbonisation du bois et l'emploi du combustible dans la métallurgie du fer.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Morin, Decaisne, H. Sainte-Claire Deville.)

M[me] **Eyssartier** adresse une Lettre, accompagnée de deux brochures, concernant diverses questions de médecine, et en particulier le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

## CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire des numéros parus jusqu'ici du « Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques (Bibliothèque des hautes Études) ». Les numéros de cette collection seront adressés, à l'avenir, à mesure qu'ils seront publiés.

M. **le Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie une Lettre du gérant du consulat de France à Malaga, annonçant la production d'un tremblement de terre à Malaga, le 28 janvier 1872 :

« Le dimanche 28 janvier, dit M. de Grandmont, à $3^h 1^m$ du soir, une secousse de tremblement de terre s'est fait sentir à Malaga, secousse assez faible, du reste, mais qui n'en a pas moins jeté un moment le trouble et l'effroi dans la population.

» Le mouvement ondulatoire a duré de quatre à six secondes; des bruits souterrains, saccadés comme les éclats du tonnerre, l'ont précédé de quelques instants. L'oscillation s'est faite du nord au sud. Dès le matin, le ciel était gris et nuageux, et il est allé s'obscurcissant de plus en plus, jusqu'au moment de la secousse. Un vent glacial du nord-nord-ouest, auquel Malaga n'est guère habitué, même dans cette saison, n'a cessé de souffler tout le jour. Les oiseaux ont fait entendre des cris de terreur.....

» A Grenade, le tremblement de terre a été sensiblement plus fort qu'à Malaga. La secousse s'est produite de l'est à l'ouest, c'est-à-dire de la Sierra-Elvira, de formation volcanique. Là, dans l'ancienne capitale des Maures, des murs se sont fendus et même écroulés, des cheminées sont tombées, entre autres celle du bâtiment occupé par la garde civile. De pauvres femmes, folles de terreur, se sont précipitées par les fenêtres et par les balcons, croyant, par suite du bris des porcelaines et des verres, et du tintement des sonnettes, à l'écroulement de leur maison. En un moment, les places publiques, les églises, et surtout la cathédrale, ont été remplies d'une foule anxieuse et atterrée. »

**M. Fonssagrives** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant, pour la Section de Médecine et de Chirurgie, place devenue vacante par le décès de M. *Guyon*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

AURORES BORÉALES. — *Sur la raie brillante de couleur jaune citron, dans le spectre des aurores boréales*; *par* **M. Piazzi Smyth**. (Analyse d'une Lettre à M. Delaunay.)

« A l'occasion des Communications faites à l'Académie dans sa séance du 5 février dernier, sur la raie brillante de couleur jaune citron, que le spectroscope a fait voir dans l'aurore boréale de la veille, 4 février, M. Piazzi Smyth dit que l'observation de plus de vingt aurores pendant les dix-huit derniers mois lui permet d'affirmer que cette raie existe toujours et qu'elle occupe toujours la même place dans le spectre. Il a reconnu l'entière exactitude de cette dernière assertion, par la comparaison du spectre de l'aurore avec celui de la partie bleue de la flamme des hydrocarbures. Ce dernier spectre présente de belles raies correspondant aux longueurs d'ondes représentées par les nombres 5630, 5579, 5535, 5497, 5460; pour les bien voir, il faut avoir soin de masquer la partie brillante et jaune de la flamme. Or on reconnaît que la raie brillante des aurores boréales ne tombe jamais sur les raies 5630 et 5535, et qu'elle tombe au contraire toujours sur la raie 5579. Bien que cette dernière coïncidence ait été constamment observée par M. Piazzi Smyth, il exprime le vœu qu'elle soit constatée par d'autres observateurs. »

GÉOMÉTRIE. — *Exposition sommaire d'une théorie géométrique de la courbure des surfaces.* Note de **M. A. Mannheim**, présentée par M. Serret.

« Cette exposition a pour base le théorème suivant, que j'ai démontré dans mon Mémoire intitulé : *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable* (1).

Th. I. — *Lorsqu'une figure de forme invariable se déplace en restant assujettie à quatre conditions, à un instant quelconque, les normales issues de tous les points de cette figure aux surfaces trajectoires de ces points rencontrent deux mêmes droites. Ces deux droites sont deux axes simultanés de rotation pour tous les déplacements que l'on peut faire subir à la figure mobile.*

» Ce théorème et le théorème suivant, qui en est une conséquence, sont les seuls emprunts que je ferai au Mémoire dont je viens de parler.

» Th. II. — *Si, à partir d'un point a sur une surface* (A) *on trace des courbes quelconques, les normalies à cette surface, qui ont ces courbes pour directrices, sont tangentes entre elles en deux points b et c situés sur la normale* A *menée de a à* (A). *Les plans tangents communs à ces normalies sont rectangulaires.*

» La considération des normalies à (A), dont les directrices tracées sur (A) sont tangentes entre elles au point *a*, conduit très-facilement au théorème de Meusnier, comme je l'ai montré dans la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie dans la séance du 5 février 1872. Cette démonstration du théorème de Meusnier donne en même temps le théorème suivant :

» Th. III. — *Le plan tangent en a, à une normalie à* (A) *dont la directrice est une courbe tracée sur* (A) *à partir de a, est normal à cette normalie au centre de courbure de la section que ce plan détermine dans* (A).

» Le théorème de Meusnier ramène la construction du centre de courbure d'une section oblique à la recherche du centre de courbure de la section normale qui lui est tangente, et le théorème III montre que la construction de ce point est donnée par la solution du problème suivant :

» *On donne une normalie à* (A) *dont la directrice tracée à partir d'un point a sur cette surface a pour tangente at. On demande de construire le point où le plan normal à* (A), *mené par at, est normal à cette normalie.*

» Appelons (T) le plan tangent en *a* à (A), et traçons sur ce plan, à

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XX, et *Journal de l'École Polytechnique*, XLIII[e] cahier.

partir du point $a$, $an$ perpendiculairement à $at$; $an$ est normal à notre normalie au point $a$. Menons aux points $b$ et $c$, dont j'ai parlé plus haut, les normales B et C à notre normalie. Nous avons, aux points $a$, $b$, $c$ de la génératrice A de notre normalie, les normales à cette surface. Ces trois droites déterminent le paraboloïde formé par les normales à la normalie, qui sont issues de tous les points de A. Pour résoudre le problème, il suffit de chercher la normale qui est dans le plan A$at$. Pour cela, du point quelconque $n$ de $an$, je mène la droite G qui rencontre B et C. Cette droite est une génératrice du paraboloïde des normales; elle est rencontrée par toutes les normales à la normalie issue des points de A.

» La trace de G sur le plan A$at$ appartient à la normale qui est dans ce plan. La perpendiculaire abaissée de ce point sur A est cette normale; le pied $\alpha$ de cette perpendiculaire sur A est le point où le plan A$at$ est normal à la normalie. Autrement on peut dire que la projection sur le plan A$an$ de la droite G rencontre A au point $\alpha$. Il résulte de ce qui précède que $\alpha$ est le centre de courbure de la section normale à (A) faite par le plan A$at$; $a\alpha$ est le rayon de courbure de cette section normale.

» *Cherchons la relation qui existe entre les rayons de courbure des sections normales à* (A) *au point* $a$.

» Remarquons d'abord que toutes les normalies dont les directrices sont tracées à partir de $a$ sur (A) ont pour normales communes B et C. La construction précédente s'applique donc toujours en faisant usage des mêmes droites B et C. Modifions cette construction : faisons tourner la figure que nous avons considérée autour de la normale A d'un angle de 90 degrés; $an$ vient se confondre avec $at$, B vient en $B_1$, C en $C_1$ et G vient en $G_1$, qui est maintenant une droite issue d'un point quelconque $t$ de $at$, et qui rencontre $B_1$ et $C_1$. Nous voyons maintenant que :

» Th. IV. — *La projection de* $G_1$ *sur le plan normal* A$at$ *rencontre* A *au centre de courbure* $\alpha$ *de la section faite dans* (A) *par ce plan.*

» Menons au point $t$ une droite perpendiculaire à $G_1$ et rencontrant A. Appelons $o$ ce point de rencontre. Considérons l'angle droit ($ot$, $G_1$), et supposons que, le point $t$ restant toujours sur le plan (T), le côté de l'angle droit $ot$ passe toujours par le point $o$, tandis que l'autre côté $G_1$ s'appuie toujours sur $B_1$ et $C_1$. Le point $t$ décrit sur le plan (T) une certaine courbe I. Quelle que soit la position du point $t$ sur cette courbe, le centre de courbure $\alpha$ de la section faite dans (A) par le plan normal A$at$ s'obtiendra, comme nous l'avons vu, en projetant $G_1$ sur ce plan. Cette projection n'est autre que la droite $t\alpha$ tracée sur ce plan à partir du point $t$ perpendicu-

lairement à *to*. Dans le triangle rectangle $ot\alpha$, on a

$$at^2 = ao \times a\alpha.$$

» Puisque *ao* est constant, nous voyons que :

» Th. V. — *Les rayons de courbure des sections normales à* (A) *au point a sont proportionnels au carré des rayons vecteurs tels que* at *de la courbe* I.

» Je dis que :

» Th. VI. — *La courbe* I *est une section conique.*

» Pour le faire voir, je remarque que cette courbe est l'intersection du plan (T) et de la surface lieu des points tels que *t*, que l'on obtient en projetant un point fixe *o* sur toutes les droites telles que $G_1$, qui s'appuient sur deux droites $B_1$, $C_1$ parallèles au plan (T). Cette surface est du troisième ordre, puisque sur la droite $G_1$ il n'y a que trois points de cette surface : *t* et les deux points où $G_1$ rencontre $B_1$, $C_1$. Mais cette surface contient la droite de l'infini qui s'appuie sur $B_1$, $C_1$; ses sections par des plans parallèles à ces deux droites sont donc des sections coniques. I, étant l'une de ces sections, est donc une conique. La construction du point $\alpha$ montre que le rayon de courbure $a\alpha$ est maximum lorsque $\alpha$ vient en *b*, et qu'il devient minimum lorsque $\alpha$ vient en *c*; *b* et *c* sont les *centres de courbure principaux de* (A) situés sur A; *ab*, *ac* sont les *rayons de courbure principaux*, et les plans normaux en *a*, dont les centres de courbure sont en ces points, sont les *plans des sections principales*. Ces plans sont ($AB_1$), ($AC_1$), ou, ce qui revient au même, (AB), (AC).

» Les rayons vecteurs de I devenant maximum et minimum en même temps que les rayons de courbure des sections normales auxquels ils correspondent, on voit que :

» Th. VII. — *Les axes de* I *sont les traces sur* (T) *des plans des sections principales de* (A) *en a.*

» I est appelé *indicatrice*. En rapprochant le th. VII du th. II nous voyons que les directrices des normalies développables sont tangentes en *a* aux axes de l'indicatrice en ce point. De là, on a tout de suite ce qui est relatif aux *deux systèmes de lignes de courbure de* (A). Remarquons aussi que :

» Th. VIII. — *Les carrés des demi-axes de l'indicatrice sont proportionnels aux rayons de courbure principaux.*

» Reprenons la droite $G_1$ qui part du point *t* et qui s'appuie sur $B_1$, $C_1$. Les points de rencontre de ces deux droites avec $G_1$ et le point *t* déterminent sur $G_1$ des segments qui sont toujours proportionnels à *ab* et *ac*, quelle

que soit la position de $t$ sur I, puisque $B_1$ et $C_1$ sont parallèles au plan (T). En projetant $G_1$ sur le plan (T), cette proportionnalité se conservera. On voit ainsi que la projection de $G_1$ sur (T) est rencontrée par les axes de l'indicatrice I en deux points qui déterminent avec $t$ des segments proportionnels aux carrés des demi-axes de cette indicatrice. Donc :

» TH. IX. — *La projection de* $G_1$ *sur* (T) *est la normale en* $t$ *à* I.

» Mais la projection de $G_1$ sur (T) est perpendiculaire à la projection de G sur le même plan ; donc :

» TH. X. — G *se projette sur le plan tangent* (T) *suivant une droite parallèle à la tangente en* $t$ *à l'indicatrice, c'est-à-dire une droite conjuguée de la direction* $at$.

» Par une première projection de G nous avons obtenu le centre de courbure de la section normale menée par $at$. Nous voyons maintenant qu'en projetant la même droite G sur le plan (T) nous avons la direction conjuguée de $at$. *Les droites* B *et* C *qui suffisent pour ces constructions peuvent donc être substituées à l'indicatrice de M. Dupin.*

» Revenons au paraboloïde des normales à la normalie à (S) que nous avons déjà considérée. L'un des plans directeurs de ce paraboloïde est le plan central de cette normalie. La trace de ce plan central sur (T) est donc parallèle à la projection de G sur le même plan.

» D'après cela et d'après le théorème X, nous concluons que :

» TH. XI. — *La tangente* $at$ *à la directrice d'une normalie à* (S) *et la trace du plan central de cette normalie, pour la génératrice* A, *sur le plan tangent en* $a$ *à* (S), *sont deux diamètres conjugués de l'indicatrice en* $a$.

» Prenons sur (S) un point $a_1$, infiniment voisin de $a$ dans la direction $at$, et menons en ce point à (S) la normale $A_1$. Les plans tangents en $a$ et $a_1$ à (S) se coupent suivant une droite parallèle à la perpendiculaire commune à A et $A_1$. Cette perpendiculaire est dans le plan central mené par A à l'élément de normalie formé par A et $A_1$ ; elle est parallèle à la trace de ce plan central sur le plan tangent en $a$ à (S). Ainsi *les plans tangents aux deux points infiniment voisins* $a$ *et* $a_1$ *se coupent suivant une droite parallèle à cette trace*, c'est-à-dire, d'après le théorème précédent, *conjuguée de la direction* $aa_1$. Nous retrouvons ainsi *le théorème des tangentes conjuguées.*

» Je ferai remarquer, en terminant, qu'indépendamment de l'exposition nouvelle que je viens de donner sommairement de la théorie de la courbure des surfaces, les théorèmes IV et X sont nouveaux et méritent d'être signalés. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur quelques relations entre les quantités angulaires des polyèdres convexes; par* **M. L. Lalanne.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Chasles.)

« Il y a déjà une douzaine d'années que l'érudit et regretté Prouhet attira l'attention de l'Académie, à propos de la publication récente des Œuvres inédites de Descartes, par M. Foucher de Careil, sur une proposition énoncée sans démonstration par le grand philosophe, proposition qui établit une analogie, non remarquée jusque alors, entre la théorie des polygones et celle des polyèdres. Cette proposition consiste en ce que, dans un polyèdre convexe, la somme des suppléments des angles solides est égale à huit angles solides droits. Elle résulte de l'intuition même des angles solides supplémentaires, lorsqu'on leur donne un sommet commun pris dans l'intérieur du polyèdre. De la considération de ces mêmes angles solides supplémentaires, Prouhet conclut aussi très-simplement que la somme des angles plans des faces d'un polyèdre est égale au quadruple, diminué de huit, du nombre des sommets, l'angle droit étant pris pour unité.

» Cette Communication ne passa pas inaperçue, et M. J. Bertrand, membre de l'Académie, en fit l'objet d'un rapprochement imprévu entre la proposition de Descartes et la belle conception de Gauss, relative à la *courbure totale* des surfaces (*Comptes rendus*, t. LX, p. 781).

» Ces antécédents permettent de croire que l'Académie n'accueillera pas sans intérêt des considérations qui, tout élémentaires qu'elles soient, sont de nature à étendre les analogies connues entre la théorie des polygones et celle des polyèdres, analogies que je formule en trois propositions nouvelles.

» Avant d'énoncer ces propositions, dans lesquelles entrent à la fois des trièdres et des dièdres, je dirai que je prends, suivant l'usage, le trièdre trirectangle qui occupe la huitième partie de l'espace autour d'un point, pour unité parmi les trièdres; et que, pour les dièdres, je prends pour unité non pas le dièdre rectangle, comme on le fait ordinairement, mais seulement la moitié de celui-ci; de sorte que, les trièdres et les dièdres étant rapportés respectivement à des unités de même espèce, il y a, par le fait, une unité commune pour tous, le trièdre trirectangle.

» Cela posé :

» 1° *Dans tout polyèdre convexe, l'excès de la somme des dièdres sur la somme des angles solides est égal à l'excès du quadruple du nombre des faces sur* 8; ou,

d'une manière symbolique,

$$V_d - V_s = 4F - 8.$$

» Quelques applications feront mieux saisir le sens de cet énoncé et serviront en même temps de vérification.

» *Hexaèdre prismatique droit à base carrée.* On a

$$V_d = 2 \times 12, \quad V_s = 8, \quad F = 6;$$

d'où

$$2 \times 12 - 8 = 4 \times 6 - 8.$$

» *Prisme droit à base d'hexagone régulier :*

$$V_d = 2 \times 12 + \frac{8}{3} \times 6 = 40, \ V_s = \frac{4}{3} \times 12 = 16, \ F = 8, \ 40 - 16 = 4 \times 8 - 8.$$

» *Dodécaèdre rhomboïdal :*

$$V_d = \frac{8}{3} \times 24 = 64, \ V_s = 2 \times 8 + \frac{4}{3} \times 6 = 24, \ F = 12, \ 64 - 24 = 4 \times 12 - 8.$$

» 2° *La somme des angles solides et des suppléments des dièdres est égale au quadruple du nombre des sommets* (*) :

$$V_s + V_{d'} = 4S.$$

» 3° *La somme des angles solides et des suppléments des dièdres* (rapportés au trièdre trirectangle) *est égale à la somme des angles plans des faces* (rapportés à l'angle droit) *augmentée de* 8 :

$$V_s + V_{d'} = \Sigma\alpha + 8.$$

» Cette dernière proposition a cela de remarquable qu'elle établit une relation directe entre les quantités angulaires des trois espèces : angles plans, dièdres, angles solides.

» L'application au dodécaèdre rhomboïdal donne

$$V_s = 24, \quad V_{d'} = \frac{4}{3} \times 24 = 32, \quad \Sigma\alpha = 4 \times 12;$$

d'où

$$24 + 32 = 4 \times 12 + 8. \text{ »}$$

---

(*) M. l'ingénieur Philbert était parvenu directement à cette seconde proposition, sur la simple annonce que je lui avais faite d'une relation existant entre les angles solides et les dièdres.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques*. Note de M. ZEUTHEN, présentée par M. Chasles.

CUBIQUES DOUÉES D'UN POINT DOUBLE.

« 1. *Notations.* — Une cubique à point double est de la classe 4 et a trois tangentes d'inflexion. Les cubiques de cette espèce qui satisfont à *sept* autres conditions forment un système $(\mu, \mu')$. Désignons par $b$ l'ordre du lieu des points doubles, par $v$ la classe de l'enveloppe des tangentes à ces points, par $c'$ la classe de l'enveloppe des tangentes d'inflexion, et par $r'$ l'ordre du lieu des points d'inflexion.

» 2. *Courbes singulières.* — 1° Le point double peut devenir cuspidal. La courbe singulière qu'on obtient alors aura un sommet au point cuspidal.

» 2° Une courbe du système peut se réduire à une conique et une droite. Regardée comme enveloppe de tangentes, elle sera composée de la conique et de l'un des points d'intersection pris deux fois. Ce point sera un sommet double, pendant que l'autre point d'intersection n'est que le point double de cette courbe particulière du système. La cubique composée peut satisfaire à la condition de toucher une courbe donnée en ayant un de ses deux points singuliers sur elle : alors il n'est pas douteux que ce point soit le sommet double, l'autre le point double. En d'autres cas, elle peut satisfaire aux conditions données, quel que soit celui des deux points singuliers qu'on regarde comme sommet. Alors on aura deux courbes singulières : regardées comme lieux de points, elles coïncident ; mais, regardées comme enveloppes, elles sont différentes.

» Un système contient, en général, des courbes singulières de ces deux espèces ; car elles dépendent de sept conditions. Nous en désignerons les nombres par $\gamma$ et par $\varpi$ respectivement.

» Les singularités suivantes : une courbe composée d'une droite double et d'une droite simple, ayant un sommet double au point d'intersection des deux droites et deux sommets simples à deux autres points de la droite double, et une droite triple douée de quatre sommets, ne peuvent satisfaire qu'à six conditions de contact indépendantes entre elles. On n'en trouve donc pas ordinairement dans un système déterminé par *sept conditions de contact*.

» Nous ne nous occuperons, dans ce qui suit, que de systèmes dont les seules singularités sont celles dont nous avons désigné les nombres par $\gamma$ et $\varpi$.

» 3. *Formules.* — On trouve, au moyen du principe de correspondance,

(1) $$4\mu = \mu' + 2b,$$

(2) $$6\mu' = \mu + \varpi + 3c',$$

(3) $$\nu = b + \mu,$$

(4) $$\nu + c' = \mu' + 3\mu,$$

(5) $$\gamma = 2\nu - 2b,$$

d'où

(6) $$\gamma = 2\mu \quad \text{ou} \quad \mu = \tfrac{1}{2}\gamma,$$

(7) $$2\varpi = 3\mu' - 2\mu \quad \text{ou} \quad \mu' = \tfrac{1}{3}(2\varpi + \gamma).$$

» 4. *Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires.* — Les déterminations de $\gamma$ et de $\varpi$ sont des problèmes plus simples que ceux de $\mu$ et de $\mu'$. On peut donc se servir des formules (6) et (7) pour trouver $\mu$ et $\mu'$.

» $\gamma$ et $\varpi$ sont des nombres théoriques où une seule courbe singulière peut être comptée plusieurs fois. Dans les systèmes déterminés par les conditions de toucher sept courbes données, qui peuvent se réduire à des points et à des droites, une cubique à point cuspidal n'est comptée qu'*une seule fois* dans le nombre $\gamma$. Une cubique composée d'une conique et d'une droite sera, dans les mêmes systèmes, comptée $2^\alpha$ fois, si le sommet double se trouve sur $\alpha$ des courbes données, et si le contact avec ces $\alpha$ courbes est dû à cette circonstance (*). On aura donc, en désignant par $\varpi_0$, $\varpi_1$, $\varpi_2$ les nombres respectifs des cubiques composées pour lesquelles $\alpha = 0, 1, 2$,

$$\varpi = \varpi_0 + 2\varpi_1 + 4\varpi_2.$$

» Regardons, pour prendre un exemple, le système $(3p, 4l)$. On y aura

$$\gamma = 168 + 4.168 + \frac{4.3}{2} 20 = 960,$$

où les trois termes correspondent aux cas où le point cuspidal se trouve sur 0, 1 ou 2 des tangentes données (**). On trouve encore

$$\varpi_0 = 2.3.2, \quad \varpi_1 = 4.3.4.2 + 4.3.4, \quad \varpi_2 = \frac{4.3}{2} 3.4,$$

(*) La même règle a lieu pour les coniques d'un système qui ont un sommet double (point double). Comparer les parties II et III de mon Mémoire sur les systèmes de coniques (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1866). Suivant une remarque que nous avons déjà faite, les $\varpi_0$ cubiques singulières, regardées comme lieux de points, coïncident deux à deux.

(**) *Voir* ma Communication précédente (*Comptes rendus*, p. 523). On a dans le système

d'où

$$\varpi = 588.$$

Les formules (6) et (7) donnent ensuite

$$\mu = 480, \quad \mu' = 712.$$

» La détermination des caractéristiques des autres systèmes élémentaires se fait de la même manière. Le nombre $N(\alpha p, \beta l)$ de cubiques à points doubles passant par $\alpha$ points donnés et tangentes à $\beta$ droites données $(\alpha + \beta = 8)$ sera, à l'exception des cas où $\alpha = 0$ ou $\beta = 0$, caractéristiques de deux systèmes différents. Les deux manières différentes qui servent ainsi à déterminer un même nombre donnent une vérification des valeurs des coefficients que nous avons attribués aux différentes espèces de courbes composées (*). On trouve

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pour $\alpha =$ | 8, | 7, | 6, | 5, | 4, | 3, | 2, | 1, | 0 : |
| $N(\alpha p, \beta l) =$ | 12, | 36, | 100, | 240, | 480, | 712, | 756, | 600, | 400. |

» On peut aussi trouver les nombres $\gamma$ et $\varpi$ qui correspondent à des systèmes de cubiques à point double, qui touchent des courbes données en des points donnés et d'autres courbes données en des points non donnés. Les règles indiquées pour la distribution des cubiques composées en $\varpi_0$, $\varpi_1$ et $\varpi_2$ restent alors en vigueur (**). On trouve ainsi, en désignant par $(pl)$ la condition d'un contact en un point donné,

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pour $\alpha =$ | 6, | 5, | 4, | 3, | 2, | 1, | 0 : |
| $N[\alpha p, (6-\alpha)l, (pl)] =$ | 10, | 28, | 68, | 136, | 196, | 200, | 148; |
| $N[\alpha p, (4-\alpha)l, 2(pl)] =$ | | | 8, | 20, | 40, | 56, | 56; |
| $N[\alpha p, (2-\alpha)l, 3(pl)] =$ | | | | | 6, | 12, | 16. |

» 5. *Applications.* — Le nombre des cubiques à point double qui sont tangentes à huit courbes données des ordres $n_1, n_2, \ldots, n_8$ et des classes

$(3p, 3l)$ de cubiques à points cuspidaux $\mu' = 168$, $c = 168$, et la dernière expression de l'article donne le nombre 20.

(*) Quand même ces coefficients résultent aussi de considérations *à priori*, il est utile, à cause de la difficulté de ces considérations, d'en avoir des vérifications. Celles que je viens de nommer ne sont pas les seules dont j'aie fait usage.

(**) Comparer la partie VI de mon Mémoire sur le système de coniques.

$n'_1, n'_2, \ldots, n'_8$, est

$$12\Sigma_0 + 36\Sigma_1 + 100\Sigma_2 + 240\Sigma_3 + 480\Sigma_4 + 712\Sigma_5 + 756\Sigma_6 + 600\Sigma_7 + 400\Sigma_8$$

$$(\Sigma_i \text{ étant } = n_1 n_2 \ldots n_i n'_{i+1} \ldots n'_8 + \text{etc.}).$$

» Si nous désignons par $(bl)$ la condition que le point double se trouve sur une droite donnée, la formule (1) nous donne,

$$\text{pour } \alpha = 7, \quad 6, \quad 5, \quad 4, \quad 3, \quad 2, \quad 1, \quad 0:$$
$$\mathrm{N}[\alpha p, (7-\alpha)l, (bl)] = 6, \quad 22, \quad 80, \quad 240, \quad 604, \quad 1064, \quad 1212, \quad 1000.$$

» En désignant par $(bp)$ la condition que le point double se trouve dans un point donné, on a la formule

$$\mathrm{N}[(\alpha+2)p, (6-\alpha)l] = \mathrm{N}[\alpha p, (6-\alpha)l, (pl)] + 2\mathrm{N}[\alpha p, (6-\alpha)l, (bp)].$$

» On trouve au moyen de cette formule,

$$\text{pour } \alpha = 6, \quad 5, \quad 4, \quad 3, \quad 2, \quad 1, \quad 0:$$
$$\mathrm{N}[\alpha p, (6-\alpha)l, (bp)] = 1, \quad 4, \quad 16, \quad 52, \quad 142, \quad 256, \quad 304.$$

» Les systèmes qui ont ces derniers nombres pour caractéristiques, ainsi que les systèmes analogues de cubiques à points cuspidaux, fournissent d'utiles exemples de systèmes où il y a des courbes à branches multiples. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie des roues hydrauliques : théorie de la roue à réaction; par* **M. de Pambour.**

« Dans une Note présentée à l'Académie dans sa séance du 12 février, nous avons donné la formule de l'effet utile de la roue à réaction. Cette formule est fondée sur la quantité d'eau totale qui est fournie à la roue et dépensée par elle dans l'unité de temps. Si cette quantité n'est pas donnée *à priori*, on la détermine, d'après la hauteur de chute et la vitesse de la roue, au moyen des formules que nous avons fait connaître (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 352, et t. LXVII, p. 292). Il ne peut donc y avoir aucune difficulté à cet égard.

» Mais nous devons maintenant revenir sur deux points, que nous avons réservés jusqu'ici et qui demandent une explication. Le premier consiste en ce que la force centrifuge de la *roue* ne paraît pas représentée dans la formule : cependant elle s'y trouve réellement.

» S'il n'y avait pas de force centrifuge, il est clair que l'eau, en sortant du réservoir, n'aurait de vitesse que celle qui est due à la hauteur de

chute H du réservoir à la roue; et en appelant $U_0$ cette vitesse, $P_0$ le volume d'eau correspondant, et O l'aire de l'orifice de sortie du réservoir, on aurait

$$U_0 = \sqrt{2gH} \quad \text{et} \quad P_0 = OU_0 = O\sqrt{2gH}.$$

Mais il y a une force centrifuge, produite par la rotation de la roue, et dont l'effet est bien connu. Avec les notations adoptées précédemment, cet effet a pour expression

$$\frac{1}{2}\frac{P}{g}(v^2 - v''^2).$$

De plus, on sait que cette force n'exerce de pression que dans le sens normal à la circonférence de la roue, et qu'ainsi elle ne peut modifier en rien le mouvement de rotation. Toute son action se produit dans le sens du rayon ou des canaux de la roue. A l'instant où l'eau qui a parcouru les canaux arrive à l'orifice de sortie, elle s'en échappe avec une très-grande vitesse, due en grande partie à la force centrifuge. D'après le principe de la continuité des liquides, cette vitesse se communique à l'eau du réservoir, et y produit une aspiration qui augmente considérablement la quantité d'eau fournie à la roue, et par suite ses effets utiles. C'est de cette façon que l'action de la force centrifuge de la roue se fait sentir. Mais, dans ces circonstances, la vitesse de l'eau, à l'entrée de la roue, n'est plus ce qu'elle était auparavant : elle est donnée par la formule

$$U^2 = 2gH + (v^2 - v''^2);$$

et, en appelant $P_1$ le volume d'eau correspondant, celui-ci devient

$$P_1 = O\sqrt{2gH + (v^2 - v''^2)}.$$

» On y trouve donc l'effet de la force centrifuge de la roue, visiblement exprimé, et la quantité $P_1$ représente toute l'action de cette force. Le terme $(v^2 - v''^2)$, qui la caractérise, se trouve ici réuni à la hauteur de chute du réservoir, pour former la dépense d'eau totale; et dans les formules que nous avons données pour déterminer la dépense d'eau des turbines, il se retrouve encore. En employant la dépense d'eau *totale* pour faire le calcul des effets produits, au lieu d'employer seulement celle qui résulte de la hauteur H, on tient donc compte, par le fait, de la force centrifuge de la roue; et l'importance de son action est suffisamment appréciée, puisque la quantité $P_1$ ou P, qui la représente, figure dans tous les termes de la formule, hors les frottements. Il eût été facile de remplacer P dans la formule

par sa valeur développée; mais c'eût été compliquer cette formule sans avantage. C'est pourquoi nous avons préféré nous en occuper séparément.

» Le second point, sur lequel nous voulons donner quelques explications, consiste dans le mode de calcul que nous avons suivi pour passer de la vitesse absolue de l'eau motrice à sa vitesse relative sur la roue.

» On sait que, pour faire ce calcul, on croit nécessaire de déterminer d'abord la vitesse relative $u$ de l'eau qui entre dans la roue, par le principe que cette vitesse est la résultante de la vitesse de sortie du réservoir U et de la vitesse de la roue $v''$, prise en sens contraire; ou, ce qui revient au même, que la vitesse U doit être la résultante de la vitesse $u$ et de la vitesse $v''$, prise dans son sens naturel, c'est-à-dire, d'après la seconde condition, que, $\alpha$ étant l'angle des vitesses U et $v''$, il faut d'abord calculer $u$ par la formule connue

$$u^2 = U^2 + v''^2 - 2Uv''\cos\alpha.$$

Ensuite on prend la vitesse $u$ pour base du raisonnement, et en nommant $\beta$ l'angle de cette vitesse avec la tangente à la roue, angle qu'il faut calculer aussi, on en conclut que la vitesse appliquée normalement aux aubes et celle qui agit dans le sens des canaux sont

$$u\cos\beta \quad \text{et} \quad u\sin\beta.$$

Ce raisonnement est exact, mais nous croyons qu'on peut se dispenser d'en faire le calcul. En effet, en rapportant immédiatement la vitesse U à la direction du mouvement de rotation, on a d'abord la vitesse absolue, appliquée normalement aux aubes, savoir

$$U\cos\alpha;$$

et, en en retranchant la vitesse $v''$, qui agit dans le même sens, on passe, sans calcul, de la vitesse absolue à la vitesse relative. On a donc, pour la composante de cette vitesse, dans le sens normal aux aubes,

$$U\cos\alpha - v'';$$

et, pour la composante dans le sens des canaux,

$$U\sin\alpha.$$

Et ce sont bien les vitesses cherchées; car si l'on trace le parallélogramme des forces pour trouver $u$, on reconnaîtra, à simple vue, qu'on a

$$U\cos\alpha - v'' = u\cos\beta \quad \text{et} \quad U\sin\alpha = u\sin\beta.$$

Enfin, si l'on veut en faire la vérification par le calcul, on aura la con-

viction qu'il y a identité complète entre les deux résultats. Nous évitons donc ainsi un calcul inutile et très-long, puisqu'il exige qu'on passe plusieurs fois des nombres aux logarithmes et des logarithmes aux nombres.

» On trouve la même facilité pour passer ensuite de la vitesse relative sur la roue à la vitesse absolue dans l'espace, lorsque l'eau sort des canaux en faisant un angle $\varphi$ avec la tangente à la roue. En effet, dans ce cas, en appelant U′ la résultante des deux forces $u'$ et $v$, et $\varphi'$ l'angle de cette résultante avec la vitesse $v$, on obtient, soit par le parallélogramme, soit par le calcul,

$$U' \cos\varphi' = v - u' \cos\varphi \quad \text{et} \quad U' \sin\varphi' = u' \sin\varphi.$$

On peut donc se dispenser de calculer U′ et $\varphi'$, puisqu'on peut les remplacer sans calcul par des termes en fonction de $u'$ et de $\varphi$; à moins, cependant, qu'on ait besoin de connaître U′ séparé des sinus ou cosinus des angles, comme cela a lieu pour les turbines.

» Le calcul, pour avoir la vitesse effective de l'eau, peut encore s'exprimer sous une autre forme. En énonçant que la force d'impulsion ne peut avoir d'effet que par l'excès de sa vitesse sur celle de la roue, c'est-à-dire que la vitesse effective est la différence entre la vitesse d'impulsion et la vitesse de la roue, on remplit la première condition fixée plus haut, savoir que la vitesse relative doit être la résultante de la force d'impulsion et de la vitesse de la roue prise en sens contraire. En effet, ces deux vitesses agissant dans le même sens, leur résultante n'est autre que leur différence. On peut donc se contenter de cette condition, sans entrer dans d'autres détails, et le calcul est exact.

» Les considérations que nous venons de présenter nous ont paru nécessaires, parce que les opérations dont il s'agit, mal comprises, devenaient des objections contre notre théorie, tandis qu'elles sont des simplifications très-utiles; or la simplicité nous paraît d'une importance majeure pour des calculs qui doivent passer dans la pratique. »

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices développées au contact des métaux et des liquides inactifs.* Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Je ne m'occuperai dans cette Note que d'un seul couple, de celui qui est formé de deux lames de platine plongées dans l'eau distillée. Dans mes précédentes expériences, j'avais opéré sur le platine du commerce; dans la nouvelle série de recherches dont je vais rendre compte, j'ai employé

exclusivement des lames de platine fondu que M. Matthey de Londres a eu l'obligeance de mettre à ma disposition. Je considérerai comme l'état normal d'une lame de platine l'état dans lequel elle se trouve lorsqu'elle a été polie avec le papier à l'émeri et qu'elle a ensuite séjourné pendant quarante-huit heures ou davantage dans l'eau distillée.

» Il est bien clair que deux lames à l'état normal ne doivent pas développer de courant lorsqu'on les met en communication l'une avec l'autre par l'intermédiaire d'un galvanomètre; mais si l'on retire l'une des lames de l'eau, qu'on la frotte avec un corps mou et qu'on la plonge de nouveau dans l'eau, elle est négative, au moment de l'immersion, par rapport à la seconde lame qui n'a pas quitté le liquide. La force électromotrice varie d'ailleurs avec le nombre des frictions et n'atteint sa valeur maxima qu'après un frottement longtemps prolongé. Cette valeur maxima dépend elle-même de la nature du corps dont on se sert pour frotter le métal. Ainsi, dans une série d'expériences, j'ai trouvé qu'il était impossible d'obtenir une force supérieure à 30 unités lorsqu'on frottait avec du papier Joseph, tandis que la force s'élevait à 40 environ lorsqu'on employait un linge mouillé d'eau distillée, et enfin à 56 lorsque, après avoir longtemps frotté avec un linge mouillé, on essuyait avec un linge sec. Un linge mouillé d'alcool donne sensiblement les mêmes résultats qu'un linge trempé dans l'eau distillée. L'unité de force qui me sert de mesure est toujours la force électromotrice du couple thermo-électrique $\left(\frac{Bi - Cu}{0^0 - 100^0}\right)$.

» Jusqu'à présent, j'ai supposé que la lame de platine, après avoir été frottée, était réimmergée sur-le-champ dans l'eau distillée. Lorsque la lame frottée reste exposée à l'air pendant un certain temps avant d'être plongée de nouveau, elle est encore négative au moment de l'immersion, mais la valeur de la force électromotrice est moindre que dans le cas où la lame est plongée sur-le-champ après avoir été frottée, et la diminution que subit cette force dépend de l'état hygrométrique de l'air et aussi, entre certaines limites, du temps pendant lequel la lame est soumise à son action.

» Si l'on transporte la lame frottée dans un flacon contenant de l'air desséché au moyen de la potasse caustique, et qu'on l'y laisse séjourner pendant vingt-quatre heures avant de la réimmerger dans l'eau distillée, la diminution de la force est de 8 à 10 unités; elle n'est pas notablement plus grande après une exposition à l'air de plus longue durée. Lorsque la lame de platine, après avoir été frottée, séjourne vingt-quatre heures dans l'air saturé d'humidité avant d'être réimmergée, la diminution de la force est

d'une vingtaine d'unités. Je n'ai pas obtenu une diminution plus grande en prolongeant plus longtemps l'exposition à l'air. Comme on le voit, la modification que le frottement fait subir au platine ne se détruit que partiellement sous l'influence de l'air, même lorsque celui-ci est saturé d'humidité.

» Après avoir constaté la valeur de la force électromotrice au moment de l'immersion de la lame frottée, j'ai aussi déterminé la marche du décroissement à partir de l'immersion. D'abord, la force diminue très-rapidement : en une dizaine de minutes, elle est réduite à la moitié de sa valeur initiale; mais bientôt le décroissement se ralentit, et il finit par devenir extrêmement lent; de telle sorte qu'il faut souvent sept ou huit jours pour que la lame frottée ne donne plus de courant avec la lame normale.

» Lorsqu'on recherche l'origine des forces électromotrices qui sont mises en jeu dans les circonstances que je viens d'indiquer, l'idée qui se présente le plus naturellement à l'esprit est que le corps frottant laisse à la surface du métal un dépôt invisible. Cette explication semble justifiée par les observations suivantes : si l'on plonge dans l'eau distillée une lame de platine qui vient d'être polie avec le papier à l'émeri, qu'on la retire et qu'on examine sa surface, en la tenant horizontalement, on trouve que cette surface est à peu près uniformémcnt recouverte de liquide. Si l'on frotte la même lame avec un linge sec ou mouillé, qu'on la plonge dans l'eau pendant quelques instants, qu'on la retire et qu'on l'examine de nouveau, on trouve qu'elle ne se mouille plus; le liquide entraîné se réunit rapidement pour former des gouttes arrondies. Lorsque l'immersion est prolongée, la lame finit par se mouiller complétement, mais cela n'arrive d'ordinaire qu'au bout de plusieurs jours. Pour rendre à la lame frottée la faculté de se mouiller instantanément, il suffit de chauffer pendant quelques instants dans la flamme d'une lampe à alcool; on obtient le même résultat en mettant, pendant quelques minutes, la lame frottée dans une étuve, dont la température est seulement de 200 degrés. On peut ajouter qu'une lame qui a perdu, sous l'influence du frottement, la faculté de se mouiller dans l'eau distillée continue à être instantanément mouillée par l'alcool et il ne paraît pas douteux, d'ailleurs, que tous les métaux polis se conduiraient de la même manière que le platine. Comme on le voit, les choses se passent absolument comme si le frottement laissait à la surface du métal un dépôt gras susceptible d'être détruit par la chaleur; mais je m'empresse d'ajouter pourtant que les faits énoncés peuvent recevoir une autre interprétation.

» Les faits que j'ai exposés en commençant se rattachent sans nul doute

à d'autres faits que M. Becquerel a fait connaître depuis longtemps. Comme on le sait, le savant physicien a constaté que, si l'on prend deux lames de platine identiques, plongées, depuis quelque temps, dans de l'eau distillée, que l'on retire l'une d'elles de l'eau, et qu'après l'avoir exposée à l'air on la réimmerge de nouveau, elle est négative au moment de son immersion, par rapport à la seconde lame qui n'a pas quitté le liquide. Mais il faut remarquer que la force électromotrice développée lorsqu'on procède comme je viens de l'indiquer en dernier lieu est beaucoup moindre que celle qui est obtenue quand on fait intervenir le frottement. Dans le cas où la lame est simplement retirée de l'eau et soumise pendant quelques instants à l'action de l'air, la valeur de la force est au plus de deux unités. Cette valeur ne s'élève pas au delà de cinq à six unités lorsque la lame, avant d'être immergée, séjourne dans l'air saturé d'humidité même pendant un temps très-long, et enfin elle ne dépasse pas dix unités dans le cas même où la lame reste, pendant plusieurs jours, exposée à l'action de l'air desséché au moyen de la potasse caustique. Il est donc hors de doute que le frottement contribue pour une part très-notable au développement de la force électromotrice obtenue dans les expériences que j'ai citées d'abord.

» Pour la mesure de toutes les forces électromotrices mentionnées dans ce travail, je me suis servi, comme dans toutes mes recherches antérieures, de la méthode de l'opposition. Cette mesure n'offre point de difficultés; seulement, comme la résistance de l'eau distillée est très-grande, il est indispensable d'employer un galvanomètre à très-long fil. J'ai fait usage d'un excellent instrument de Ruhmkorff, que l'Association scientifique de France a bien voulu mettre à ma disposition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux isomères du bromure de propylène.* Note de **M. E. Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Communication (1), j'ai montré que l'éthylène et le propylène monobromés, en s'unissant à l'acide bromhydrique, donnaient soit les bromures d'éthylène et de propylène, soit leurs isomères, les bromhydrates d'éthylène et de propylène monobromés, suivant l'état de concentration de la solution aqueuse bromhydrique employée. Si cette solution est saturée à + 6 degrés, on n'obtient sensiblement que les bromures, tandis qu'en opérant avec cette même solution, étendue du tiers de son

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, février 1870.

volume d'eau, on n'a que les bromhydrates. Pour des états de concentration intermédiaires, les bromures et les bromhydrates se produisent simultanément, et leur proportion relative varie suivant que cet état de concentration s'approche plus ou moins de la limite supérieure indiquée.

» Ces recherches m'ont tout naturellement amené à examiner le mode d'action de l'acide bromhydrique sur le bromure d'allyle, isomérique, comme on sait, avec le propylène monobromé. Le bromure d'allyle sur lequel j'ai opéré a été d'ailleurs obtenu par l'éthérification, au moyen de l'acide bromhydrique, de l'alcool allylique, préparé par la méthode de M. Tollens. Comme l'a indiqué ce chimiste, ce bromure bout à 70-71 degrés.

» L'acide bromhydrique en solution très-concentrée (saturée à + 6 degrés) s'y unit aisément, même à froid, et le transforme en un mélange de deux isomères qui passe à la distillation de 142 à 168 degrés. En appliquant à ce mélange le système des distillations fractionnées, on en retire deux produits : le premier, distillé de 143 à 145 degrés, offre la composition et les propriétés du bromure de propylène et se détruit par l'action de la potasse alcoolique, en donnant un corps $C^3H^5Br$ identique avec le propylène monobromé ; le second, bouillant dans les environs de 162 degrés, de beaucoup moins abondant que le premier, et qu'il est fort difficile d'avoir à peu près complétement débarrassé de celui-ci.

» L'action de l'acide bromhydrique moins concentré (solution saturée à + 6 degrés, étendue du tiers de son volume d'eau, que l'on chauffe pendant une douzaine d'heures en vase clos à 100 degrés, avec le bromure d'allyle, ce qui donne un dépôt noir assez abondant) ne fournit pas de meilleurs résultats. Après que le bromure d'allyle inaltéré a passé lors de la rectification de l'huile lavée, on obtient le mélange distillant de 142 à 168 degrés environ, dans lequel la proportion de bromure de propylène est plus considérable encore que dans le cas précédent.

» C'est pour ainsi dire par hasard, en préparant le bromure d'allyle par la méthode indiquée plus haut, que j'ai trouvé les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir ce second produit très-sensiblement pur ; encore ne se forme-t-il qu'en assez faible proportion, mais il se forme à peu près seul, c'est-à-dire sans être accompagné d'une quantité notable de bromure de propylène. Ces conditions sont assez délicates pour que je croie utile de les préciser.

» On fait passer un courant d'acide bromhydrique gazeux dans de l'alcool allylique pur placé dans un ballon plongé dans de l'eau froide. Le

gaz est vivement absorbé par l'alcool, qui s'échauffe beaucoup; de là la nécessité de refroidir avec soin. Au bout d'un certain temps, le liquide se trouble, le gaz bromhydrique continuant à être absorbé, et il se forme deux couches : l'une inférieure de bromure d'allyle, l'autre supérieure d'alcool allylique aqueux non encore saturé ou éthérifié. La couche inférieure augmente constamment de volume aux dépens de l'autre, et il arrive un moment où elle devient plus légère qu'elle et prend sa place. On s'arrête quand l'acide cesse d'être absorbé, ce qui se traduit par des fumées épaisses qui sortent du ballon.

» La couche supérieure (bromure d'allyle) est séparée, lavée, séchée et distillée. Elle se résout en très-grande partie en bromure d'allyle, puis le point d'ébullition monte d'abord lentement, puis de plus en plus vite, jusque vers 158 degrés, point où passe un autre produit. Tout a passé à 168 degrés. En soumettant ce produit à une ou deux rectifications et rejetant les premières portions, on obtient finalement un liquide bouillant à 162-164 degrés (corrigé), jaunâtre dès qu'il vient de se condenser, tournant au vert au bout de quelques minutes, pour redevenir jaunâtre au bout de quelque temps (1).

C'est le nouvel isomère du bromure de propylène (2). Son odeur est beaucoup moins suave que celle de celui-ci, sa densité à peu près la même. Elle a été trouvée égale à 1,93 à la température de 19 degrés, celle du bromure de propylène, déterminée à la même température, étant 1,94. Il s'en distingue nettement non-seulement par son point d'ébullition plus élevé d'une vingtaine de degrés, mais encore par le dédoublement spécial qu'il éprouve par l'action de la potasse alcoolique.

» Celle-ci, chauffée en effet avec lui en vase clos et à 100 degrés pendant quelques heures, lui enlève d'abord une molécule d'acide bromhydrique, en régénérant le bromure d'allyle, qui à son tour effectue la double décomposition connue, d'où il résulte l'éther allyléthylique. Si l'on distille et si l'on précipite par l'eau, celle-ci sépare du produit distillé une *couche plus*

(1) Dans l'espoir d'augmenter le rendement, après la saturation de l'alcool allylique par l'acide bromhydrique, on a abandonné le tout à lui-même pendant quinze à vingt heures. L'huile séparée et distillée fournit un produit de 154-168 degrés, qui contient des quantités très-notables de bromure de propylène. Ce résultat s'explique tout naturellement si l'on se rappelle que l'acide bromhydrique concentré donne à froid, avec le bromure d'allyle, un mélange des deux isomères riche en bromure de propylène.

(2) Analyse du produit 162-164 : $0^{gr},510$ ont fourni 0,949 de bromure d'argent. D'où $Br = 79,2$. La formule exige $Br = 79,2$.

*légère* qui possède l'odeur de l'éther allyléthylique et qui, séparée et distillée, fournit cet éther, contenant cependant de petites quantités de propylène bromé, provenant sans aucun doute de la présence d'une petite quantité de bromure de propylène dans le composé en question.

» On sait que, sous l'action du même réactif, le bromure de propylène et le bromhydrate de propylène monobromé donnent du propylène bromé et, par une action ultérieure suffisamment prolongée, de l'allylène.

» Le mode de génération et surtout le dédoublement du composé $C^3H^6Br^2$ (1) que je viens de décrire justifient le nom de *bromhydrate de bromure d'allyle* que je propose de lui donner.

» Un second composé dont l'isomérie avec le bromure de propylène est tout aussi nette que celle du précédent s'obtient avec la plus grande facilité par l'union directe à froid de l'acide bromhydrique avec l'allylène. Cette union donne deux produits : le premier, le plus abondant de beaucoup (environ les $\frac{9}{10}$ du tout dans les conditions où j'ai opéré), est un liquide fort stable, bouillant d'une manière constante à 114 degrés (corrigé) sous la pression 740 millimètres; c'est le dibromhydrate d'allylène $C^3H^4\left\{\begin{matrix}HBr\\HBr\end{matrix}\right.$; le second est le monobromhydrate $C^3H^4.HBr$, liquide bouillant vers 48 degrés et *isomérique* avec le propylène bromé. Je reviendrai sur ces deux corps, que je ne fais qu'indiquer ici, dans une très-prochaine Communication.

» Ainsi, au bromure de propylène correspondent, quant à présent, les isomères suivants (isolés, car d'autres encore sont possibles) :

| | Points d'ébullition. |
|---|---|
| Bromhydrate de propylène monobromé............ | 122° |
| Bromhydrate de bromure d'allyle.................. | 162-164° |
| Dibromhydrate d'allylène......................... | 114° |

Et enfin le méthylbromacétol de M. Linnemann, bouillant de 115 à 118 degrés, sur lequel j'aurai à revenir bientôt. »

---

(1) Ce corps a été décrit récemment par M. F. Géromont, dans une Note publiée dans les *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*, t. IV, p. 548, 1871, n° 10. Aucun extrait de cette Note n'a encore paru dans un journal français, et M. Reboul n'en avait évidemment pas connaissance. Tous les chimistes reconnaîtront que ses recherches actuelles se rattachent de la manière la plus naturelle à ses découvertes antérieures, d'ailleurs citées par M. Géromont. Ce dernier chimiste admet que le bromure, bouillant de 160 à 163 degrés, et qu'il a obtenu, en même temps que le bromure de propylène, par l'action de l'acide bromhy-

CHIMIE. — *Sur l'iodure d'amidon.* Note de **M. J. Personne.**

« Dans le travail que M. E. Duclaux a publié dans le dernier numéro des *Comptes rendus* de l'Académie, ce chimiste conclut de ses expériences que l'iodure d'amidon n'est pas une véritable combinaison chimique, « que la formation de ce corps bleu, aux dépens de ses constituants, est physique, au même titre que l'absorption exercée, par exemple, par le charbon sur les sels de plomb en dissolution. »

» J'ai l'honneur de rappeler à l'Académie qu'il y a six ans j'étais arrivé à la même conclusion, à la suite d'expériences faites dans un autre ordre d'idées que celles de M. Duclaux. Dans le travail publié dans le tome LXI des *Comptes rendus*, j'ai dit, en effet, que l'iodure d'amidon ne devait pas être considéré comme une véritable combinaison, mais bien comme *le produit de la fixation de l'iode sur l'amidon, de la même manière qu'une matière colorante est fixée sur un tissu ou sur le charbon animal, et qu'on devait regarder ce composé bleu comme une teinture, une véritable laque.* Cette conclusion, comme on le voit, est identique à celle de M. Duclaux, quoique formulée dans des termes différents. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 3e Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Claude Bernard.

« J'ai montré, dans mes deux premières Notes (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503), que des animaux maintenus dans des vases clos y périssent par empoisonnement dû à l'acide carbonique, si l'air contenu dans les vases est à une pression supérieure à deux atmosphères, et par véritable asphyxie, c'est-à-dire par privation d'oxygène, lorsque la pression est inférieure à une atmosphère. Dans le premier cas, la proportion centésimale de l'acide carbonique contenu dans l'air du récipient est telle que, multipliée par le chiffre qui exprime la pression, elle donne un nombre constant (26 à 28 pour les moineaux); dans le second, la proportion de l'oxygène qui reste est telle que, multipliée par la fraction qui exprime la pression, elle donne un nombre constant (3,5 pour les moineaux).

---

drique sur le bromure d'allyle, est le bromure de propylène normal, qu'il nomme *bromure de triméthylène*. Dans l'intérêt de la vérité, j'ai cru nécessaire d'ajouter cette observation à la Note si précise de M. Reboul. A. Wurtz.

Entre une et deux atmosphères, ces lois n'ont plus leur application, et l'animal périt à la fois par privation d'oxygène et par empoisonnement dû à l'acide carbonique.

» J'ai cherché à savoir ce qu'il adviendrait en employant des atmosphères artificielles beaucoup plus riches en oxygène que l'air. J'espérais, éliminant ainsi la cause de mort produite par la privation d'oxygène, vérifier, à toutes les pressions inférieures à 2 atmosphères, la loi relative à la proportion de l'acide carbonique.

» C'est, en effet, ce qui est arrivé. La mort d'un moineau dans une atmosphère suroxygénée, à la pression normale et à la température de 12 à 15 degrés, arrivait dans mes appareils lorsque cette atmosphère contenait environ 25 pour 100 d'acide carbonique. A 2 atmosphères, j'ai trouvé 12,5 d'acide carbonique, à $1\frac{1}{2}$ atmosphère, 16,7; à 62^c^, 27,8; à 54^c^, 35,3; à 43^c^, 42,4; à 34^c^, 60; à 29^c^, 66; c'est-à-dire des nombres qui, multipliés par le chiffre exprimant la pression, reproduisent, aussi exactement qu'on peut l'espérer dans des expériences de cet ordre, le nombre 25.

» Mais, pour les pressions inférieures à 25 centimètres, les nombres obtenus ne rentraient plus dans la loi signalée, et ils en différaient d'autant plus que la pression était plus faible. Ainsi, à la pression de 24 centimètres, j'ai trouvé 72,1 pour 100 d'acide carbonique, le calcul donnant 78,5; à 18 centimètres, je n'avais plus que 68,1, au lieu du nombre irréalisable de 104. A 14 centimètres, la proportion tombait à 66; à 8 centimètres, elle n'était plus que de 37,1; à 6^c^,6, que de 17,3.

» C'est que, à ces basses pressions, la proportion centésimale de l'oxygène, pour être encore fort élevée lorsque la mort arrivait, ne correspondait en réalité qu'à une proportion bien faible, si on la considérait rapportée à la pression normale. En effet, à 18 centimètres de pression, par exemple, il restait dans l'air devenu mortel 15,4 pour 100 d'oxygène, ce qui correspond, à la pression normale, à $15,4 \times \frac{18}{76} = 3,6$ : or, nous avons vu que cette dernière proportion est précisément celle avec laquelle périssent les moineaux dans l'air, lorsque, la pression étant inférieure à une atmosphère, leur mort est due exclusivement à la privation d'oxygène. Ainsi, aux pressions très-basses, même dans les atmosphères suroxygénées, la mort arrive par privation d'oxygène.

» En résumé, l'influence des gaz oxygène ou acide carbonique sur l'économie animale est en rapport direct avec la force élastique que présentent ces gaz dans les atmosphères confinées où respirent les animaux. Cette force,

à son tour, dépend de deux facteurs : la proportion centésimale et la pression manométrique. On peut obtenir les mêmes résultats si, augmentant l'un de ces facteurs, on diminue l'autre proportionnellement. Mais, quelle que soit la façon dont on varie les expériences, on en arrive toujours à ce double résultat : 1° les moineaux seront tués par l'acide carbonique lorsque la force élastique de ce gaz dans l'air des récipients sera équivalente à celle de 25 centièmes environ dans un mélange gazeux à la pression normale, ou, en d'autres termes, à celle d'une atmosphère d'acide carbonique pur considérée à la pression de $76 \times 0,25 = 19$ centimètres de mercure; 2° les moineaux périront par privation d'oxygène lorsque la force élastique de ce gaz sera équivalente à celle de 3,5 centièmes environ dans un mélange gazeux à la pression normale, ou, en d'autres termes, à celle d'une atmosphère d'oxygène pur considérée à la pression de $0,035 \times 76 = 2^c,66$.

» On peut donc conclure de ceci qu'il serait possible d'amener des moineaux à vivre dans une atmosphère d'oxygène pur à une pression peu supérieure à $2^c,66$, ou dans de l'air à une pression peu supérieure à $\frac{3,5 \times 76}{21} = 12^c,6$. Je n'ai pu, il est vrai, dépasser pour l'air la limite de 15 centimètres, et pour un mélange à 87 centièmes d'oxygène celle de 6 centimètres; mais on irait évidemment plus loin en abaissant la pression avec une suffisante lenteur. Dans tous les cas, le fait qu'un moineau peut vivre après être resté quelque temps à une pression de 6 centimètres suffit pour montrer que la mort par diminution de pression n'est point due à quelque action générale d'ordre physique ou mécanique, mais simplement à la suppression de la fonction respiratoire, de l'absorption d'oxygène.

» Considérons maintenant ce qu'il advient des animaux confinés dans un air suroxygéné dont la pression dépasse $2\frac{1}{2}$ atmosphères. Ici, la loi que j'ai indiquée devient fausse : à 3 atmosphères, par exemple, on ne trouve dans l'air où l'oiseau est mort que 5,6 pour 100 d'acide carbonique au lieu de 8,3 qu'indique le calcul; à 4 atmosphères, 2,1 au lieu de 6,1; à 5 atmosphères, 1,4 au lieu de 5.

» Mais il se produit dans ces expériences un résultat remarquable et tout à fait imprévu. Lorsqu'on porte la pression à 4 ou 5 atmosphères, on voit, presque immédiatement, l'oiseau donner des signes de malaise : de petites trépidations de la tête et des pattes apparaissent, auxquelles succèdent, de dix à quinze minutes après le début de l'expérience, des convulsions violentes. Celles-ci durent une ou deux minutes, et se répètent au

bout d'un temps à peu près égal; puis les crises vont en se rapprochant et en diminuant d'intensité, jusqu'à la mort, qui survient généralement en moins d'une demi-heure. Vient-on à retirer l'animal pendant la période convulsive, il continue à avoir, respirant à l'air libre, une série de convulsions, et périt ou survit suivant le moment auquel on l'a extrait du récipient.

» Ces effets violents sont dus non à la pression en elle-même, puisque j'ai montré que, dans l'air, les moineaux supportent, sans en paraître incommodés, des pressions de 8 et 9 atmosphères; puisque, lorsqu'ils meurent dans le récipient, c'est au bout de trois heures environ, sans nulle convulsion, et après avoir formé les quantités d'acide carbonique indiquées par la loi ci-dessus énoncée. Ces effets sont exclusivement dus à la proportion plus forte d'oxygène dans l'air du récipient, oxygène qui pénètre alors en plus grande quantité dans le sang pour y jouer un rôle funeste.

» L'action toxique, comme le montrent les chiffres cités plus haut, commence à se manifester vers 3 atmosphères; mais les convulsions n'apparaissent franchement que vers 4 atmosphères, lorsque l'air contient 75 centièmes d'oxygène, c'est-à-dire lorsque la force élastique de l'oxygène, comparée à celle d'une atmosphère d'oxygène pur et à la pression normale, que nous prendrons pour unité, peut être représentée par $4 \times 0,75 = 3$. Or, pour arriver à une pression oxygénée équivalente en employant simplement l'air, il faudrait dépasser 14 atmosphères, ce que ne me permettent pas de faire les appareils dont je dispose actuellement.

» Cette lacune sera bientôt comblée; mais, en attendant, je me suis demandé si la présence de l'azote qui, pour l'air comprimé, s'introduit dans le sang en même temps que l'oxygène, n'agirait pas de façon à modifier la redoutable énergie de ce dernier. Pour répondre à cette question, j'ai placé un moineau dans l'air à 5 atmosphères, puis j'ai ajouté $3\frac{1}{2}$ atmosphères d'un air très-oxygéné : la proportion centésimale de l'oxygène étant alors 50,6, la pression de ce gaz correspondait à 4,3; or, les convulsions survinrent au bout de cinq minutes et la mort un quart d'heure après : l'azote n'avait donc rien fait.

» On peut donc penser que la pression de 15 atmosphères d'air constitue une limite extrême à laquelle des moineaux ne pourraient être soumis sans périr rapidement avec de violentes convulsions.

» La conclusion principale à tirer de ces faits, pour étrange et paradoxale qu'elle paraisse, n'en semble pas moins rigoureuse : *l'oxygène*,

*lorsque sa proportion dans le sang est augmentée d'une manière notable, se comporte comme un poison* et tue en déterminant des convulsions.

» Il reste à déterminer, d'une part la dose à laquelle l'oxygène devient toxique, et d'autre part le mécanisme physiologique de son action. Je dirai seulement aujourd'hui que, très-probablement, la dose mortelle de l'oxygène est peu supérieure à la quantité de ce gaz qui circule normalement dans nos artères. Et, relativement à la seconde question, je ferai remarquer que, chez les animaux empoisonnés par l'oxygène, la température s'abaisse de plusieurs degrés dès le début des accidents convulsifs.

» Je reviendrai avec détails sur ces questions dans des Communications que j'aurai l'honneur d'adresser prochainement à l'Académie. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la respiration des poissons.* Note de **M. N. Gréhant**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les expériences faites par de Humboldt et Provençal sur la respiration des poissons ont établi que ces animaux absorbent de l'oxygène et qu'ils exhalent de l'acide carbonique. En chauffant de l'eau de Seine dans un grand ballon de terre muni d'un tube abducteur, de Humboldt et Provençal ont retiré successivement de 1 litre d'eau avant la respiration, puis de l'eau de Seine dans laquelle sept tanches avaient respiré pendant plusieurs heures, les volumes de gaz suivants :

| | Avant la respiration. | Après la respiration. |
|---|---|---|
| | cc | cc |
| Oxygène | 6,03 | 0,40 |
| Azote | 13,43 | 11,20 |
| Acide carbonique | 0,81 | 5,92 |

» Presque tout l'oxygène de l'eau et $\frac{1}{6}$ du volume d'azote avaient été absorbés, et le volume d'acide carbonique produit a été trouvé égal aux $\frac{4}{5}$ environ du volume d'oxygène absorbé.

» Chez des tanches privées de vessie natatoire, de Humboldt et Provençal ont trouvé un résultat étonnant : l'absorption d'oxygène et d'azote fut considérable, mais la production de l'acide carbonique fut trouvée nulle. En voulant vérifier ce fait, je fus conduit à reprendre l'étude de la respiration des poissons, et j'ai utilisé pour cet objet la pompe à mercure et l'appareil simple d'extraction des gaz du sang, que j'emploie depuis plusieurs années.

» Si l'on dissout dans l'eau distillée privée de gaz par une longue ébullition 40 centimètres cubes d'acide carbonique pur, puis si l'on fait passer cette solution dans l'appareil à extraction des gaz, dans lequel on a fait d'abord le vide absolu, il est facile d'obtenir un dégagement complet du

gaz acide carbonique. 1 litre d'eau de Seine, introduit dans le même appareil, a fourni

| | |
|---|---|
| Oxygène | 6,06 cc |
| Azote | 13,50 |
| Acide carbonique | 34,90 |

» Ainsi j'obtiens autant d'oxygène et d'azote que de Humboldt et Provençal, mais un volume d'acide carbonique quarante fois plus considérable, ce qui montre combien le nouveau procédé de dégagement est supérieur à l'ancien. J'ajouterai que, si l'on veut obtenir la totalité de l'acide carbonique contenu dans l'eau de Seine, il faut introduire un acide dans l'appareil à extraction, afin de détruire la combinaison de l'acide carbonique avec la chaux; l'extraction complète de l'acide carbonique libre et combiné est nécessaire, si l'on veut déterminer exactement la quantité d'acide carbonique produit par la respiration des poissons.

*Expériences.*

I. Deux tanches, pesant $0^{kil},37$, furent placées dans une grande cloche de verre contenant $10^{kil},74$ d'eau de Seine; une heure dix minutes après l'eau renfermait par litre :

| | |
|---|---|
| Oxygène | $1^{cc}$ |
| Azote | 14,5 |
| Acide carbonique | 40,2 |

» En comparant ces résultats avec ceux que l'extraction des gaz de l'eau de Seine a fournis, on voit que les poissons ont absorbé $5^{cc},06$ d'oxygène, qu'ils ont exhalé $5^{cc},3$ d'acide carbonique pour chaque litre d'eau, et que l'azote fut exhalé dans la proportion de $\frac{1}{14}$.

» II. Une tanche, pesant 95 grammes, privée de sa vessie natatoire, fut placée, quatre jours après l'opération, dans $3^{lit},500$ d'eau de Seine. Après trois heures de séjour dans la cloche, on fit passer dans l'appareil à extraction des gaz une partie de l'eau dans laquelle le poisson avait respiré. L'extraction complète des gaz de l'eau de Seine, avant et après la respiration, donna par litre

| | Avant la respiration. | Après la respiration. |
|---|---|---|
| | cc | cc |
| Oxygène | 7,44 | 0,0 |
| Azote | 16,14 | 16,23 |
| Acide carbonique libre | 17,28 | 22,40 |
| Acide carbonique combiné | 70,14 | 75,04 |
| Acide carbonique total | 87,42 | 97,44 |

» Ainsi la tanche, privée de sa vessie natatoire, absorba tout l'oxygène, ou $7^{cc},43$ d'oxygène par litre d'eau respirée, exhala 10 centimètres cubes d'acide carbonique et n'absorba point d'azote.

» Il faut remarquer que, dans toutes les expériences que j'ai faites, les conditions de la respiration des poissons ne sont point normales; pour déterminer, chez les animaux aquatiques, des nombres qui permettent de les classer dans le tableau si instructif des résultats obtenus par MM. Regnault et Reiset chez les animaux à respiration aérienne, il faudra disposer les expériences pour renouveler convenablement l'eau qui sert à la respiration des poissons.

» II. Les poissons sont capables d'enlever à l'eau non renouvelée dans laquelle on les place la totalité de l'oxygène dissous; une expérience comparative très-simple m'a fait reconnaître qu'ils jouissent aussi de la propriété d'extraire l'oxygène combiné avec les globules sanguins ou avec l'hémoglobine.

» On prend deux cyprins dorés de poids égal, qui sont placés : l'un *a* dans 400 centimètres cubes d'eau distillée aérée, l'autre *b* dans un mélange de $\frac{1}{10}$ de sang de chien défibriné et oxygéné, et de $\frac{9}{10}$ d'eau distillée aérée, mélange dont le volume est aussi égal à 400 centimètres cubes; les deux flacons sont fermés par des bouchons de verre. Le poisson *a* meurt au bout de treize heures, et l'extraction des gaz de l'eau montre que tout l'oxygène dissous a été absorbé par la respiration branchiale. Le poisson *b* meurt seulement au bout de vingt et une heures, et l'extraction des gaz du mélange sanguin, qui est devenu noir, prouve que l'oxygène combiné avec l'hémoglobine a été absorbé presque complétement, comme celui qui était simplement dissous dans l'eau; en effet, le mélange de sang et d'eau contenait avant l'expérience $8^{cc},4$ d'oxygène, et il n'en renfermait plus que $0^{cc},4$ après la mort du poisson.

» L'expérience fut répétée sur deux carpes : l'une *a*, pesant 618 grammes, fut placée dans $3^{lit},650$ d'eau de Seine; elle mourut asphyxiée au bout de huit heures quarante-cinq minutes; l'eau, après la mort du poisson, ne contenait plus d'oxygène et renfermait une plus grande quantité d'acide carbonique.

» Une autre carpe *b*, du poids de 688 grammes, fut placée dans un volume égal, $3^{lit},650$, d'un mélange formé de $\frac{1}{5}$ de sang de bœuf défibriné et oxygéné, et de $\frac{4}{5}$ d'eau de Seine; ce poisson vivait encore dix-neuf heures quinze minutes après, et le mélange de sang et d'eau renfermait encore un peu d'oxygène; cependant la réduction de l'hémoglobine était presque

complète, ce que l'on reconnut par l'extraction des gaz, par l'examen au spectroscope, et par la coloration foncée et la diminution de la transparence du sang étendu d'eau. Je ne puis donner ici le détail des résultats numériques qui établissent que la consommation de l'oxygène et la production d'acide carbonique furent plus grandes chez le poisson *b* que chez le poisson *a*, ce qui est en rapport avec la durée plus grande de la vie du premier. Une partie de ce mélange de sang et d'eau fut conservée dans le laboratoire à une température voisine de 14 degrés pendant quarante-huit heures, et, au bout de ce temps, 1 litre du mélange, qui était rouge, renfermait encore $23^{cc},3$ d'oxygène; par suite, on ne peut attribuer la disparition de l'oxygène et la production d'acide carbonique dans le mélange sanguin que pour une faible part à la respiration intime, qui continue dans le sang extrait des vaisseaux. Ainsi les globules rouges du sang de poisson peuvent enlever l'oxygène aux globules rouges ou à l'hémoglobine du sang d'un autre animal, c'est-à-dire aux globules que les mouvements respiratoires du poisson font circuler autour des branchies, et ce fait a de l'importance au point de vue de la physiologie générale; le mode de respiration du fœtus dans le placenta maternel chez les mammifères paraît tout à fait comparable au mode de respiration du poisson, dont les branchies plongeraient dans un milieu sanguin.

» Ces recherches sur la respiration des poissons ont été faites au Muséum d'histoire naturelle, dans le laboratoire de physiologie générale, dirigé par M. Claude Bernard. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les modifications anatomiques qui se produisent dans la moelle épinière à la suite de l'amputation d'un membre ou de la section des nerfs de ce membre.* — Note de **M. A. Vulpian**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Jusque dans ces dernières années, on ignorait l'influence qu'exerce sur la moelle épinière l'amputation partielle ou totale d'un membre chez l'homme. J'ai publié en 1868, dans les *Archives de physiologie,* une Note sur ce sujet; bientôt après, M. W. H. Dickinson, en Angleterre, faisait connaître les résultats des investigations qu'il avait entreprises de son côté dans la même direction. J'ai étudié depuis lors un certain nombre de cas d'amputation soit du membre supérieur, soit du membre inférieur; l'examen des nerfs et de la moelle épinière dans ces cas a confirmé mes premières observations, et je puis aujourd'hui présenter un résumé de l'ensemble de mes recherches.

» L'amputation totale ou partielle d'un membre chez l'homme détermine des modifications remarquables dans la région de la moelle épinière qui fournit les nerfs destinés à la partie amputée. Ces modifications consistent essentiellement en une diminution en tous sens des dimensions de la moitié correspondante de la moelle dans cette région. Contrairement à ce que j'avais remarqué dans les premiers cas que j'avais examinés et conformément à ce qu'a indiqué M. Dickinson, ce sont les parties postérieures de la moelle épinière, c'est-à-dire la corne postérieure et le faisceau postérieur qui subissent au plus haut degré ces modifications.

» La diminution en tous sens des dimensions des parties modifiées n'est pas due à une altération réelle de structure; il n'y a ni myélite interstitielle, ni atrophie granulo-graisseuse des éléments constitutifs du tissu de la moelle épinière.

» Dans quelques cas tout à fait exceptionnels, le tissu interstitiel du faisceau postérieur modifié s'est un peu hypertrophié. Peut-être, dans ce cas, y avait-il eu pendant longtemps de violentes douleurs dans le moignon.

» Il s'agit là, en règle générale, d'une atrophie simple, c'est-à-dire d'une réduction du diamètre des éléments, principalement des tubes nerveux. L'examen de la moelle épinière d'amputés, fait à des époques rapprochées dans certains cas, ou éloignées dans d'autres, du jour de l'opération, m'a permis d'acquérir une certitude absolue sur ce point. Je n'ai pas constaté nettement qu'il y eût disparition ou même amoindrissement d'un certain nombre des cellules de la substance grise.

» La modification de la moelle épinière ne s'étend pas beaucoup au delà de la limite de la région en rapport d'innervation avec la partie amputée. C'est surtout de bas en haut qu'a lieu l'extension du travail d'atrophie, ce qui s'explique facilement dès qu'on se rappelle que c'est principalement dans ce sens que se propagent les altérations des cordons postérieurs de la moelle, après lésion de ces cordons ou lésion des racines postérieures des nerfs rachidiens.

» Les changements que les amputations font subir à la moelle épinière s'observent non-seulement lorsque l'amputation a été faite avant le moment où s'arrête l'accroissement du corps, mais encore lorsque cette amputation a été faite dans l'âge adulte et même dans la période sénile de la vie. Ils sont cependant d'autant plus rapides et plus prononcés que l'âge est moins avancé. Pour que ces changements deviennent très-manifestes dans l'âge adulte, il faut toujours un intervalle de plusieurs mois au moins entre le jour de l'opération et le moment de la mort.

» Je n'ai pas pratiqué l'amputation d'un membre chez des mammifères pour rechercher cette modification de la moelle un certain temps après l'opération; mais j'ai eu l'occasion de faire cette recherche chez une grenouille qui avait perdu, depuis longtemps sans doute, tout le pied gauche, et j'ai cru voir, dans ce cas, une légère diminution des dimensions de la partie postérieure gauche du renflement crural de la moelle.

» On devait se demander si l'atrophie locale de la moelle épinière, dans les cas d'amputation, est due principalement à la section des nerfs effectuée par l'opération. Pour s'éclairer sur ce point, il fallait couper isolément les nerfs d'un membre, en respectant les autres parties. J'ai donc fait la section du grand nerf sciatique d'un côté, et, parfois, aussi du crural du même côté, sur divers animaux (chiens, lapins, cochons d'Inde). Après des intervalles de temps variables, j'ai examiné la région dorsale et la région lombaire de la moelle épinière de ces animaux. Deux ou trois mois après l'opération, et même après trente-six jours chez de jeunes lapins, j'ai constaté une atrophie de la moitié correspondante de la moelle, dans la région en relation avec les racines des nerfs coupés, et cette atrophie offrait les mêmes caractères que l'atrophie observée chez l'homme à la suite des amputations. C'est donc principalement, sinon uniquement, par suite de la section des nerfs du membre amputé qu'a lieu l'atrophie locale de la moitié correspondante de la moelle épinière.

» Quant au mécanisme de cette influence de la section des nerfs sur la moelle épinière, il reste assez obscur. Cette section est suivie d'une modification, peu connue jusqu'ici, du bout central des nerfs. Dans de rares circonstances, le bout central peut s'hypertrophier par un travail de névrite ascendante, surtout lorsqu'il s'agit de nerfs crâniens; mais, dans l'immense majorité des cas, ce bout central subit une diminution de diamètre, comme l'a montré M. Brown-Séquard et comme je l'ai vu bien des fois. Cet amoindrissement se retrouve dans les racines tant antérieures que postérieures des nerfs coupés, soit dans les expériences sur les animaux, soit dans les cas d'amputation chez l'homme. J'ai constaté que, dans ces diverses circonstances, il n'y a d'altération granulo-graisseuse, ni du bout central des nerfs coupés, ni de leurs racines; une altération de ce genre ne se voit que dans l'extrémité tout à fait terminale du nerf au voisinage immédiat de la section. Dans tout le reste de son étendue, la partie centrale des nerfs ne subit qu'une atrophie simple, par diminution du diamètre des tubes nerveux. Il est probable que l'atrophie de la région correspondante de la moelle est due, en grande partie, à la diminution du

diamètre des fibres nerveuses qui, des racines des nerfs, viennent prendre place au milieu de ce centre nerveux. La seule condition connue jusqu'ici qui puisse être invoquée pour expliquer cette atrophie, c'est l'inactivité physiologique des nerfs coupés et des éléments de la moelle qui sont en relation avec eux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action combinée de la morphine et du chloroforme.* Note de **MM. L. Labbé** et **E. Guyon**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Bien que l'usage du chloroforme comme agent anesthésique soit déjà ancien, il n'est pas de chirurgien, quelles que soient sa pratique et son habileté, qui n'use de cet agent avec une certaine appréhension. C'est qu'en effet il n'existe pas jusqu'à ce jour de règle ou de procédé pour son emploi qui nous mette dans une complète sécurité à l'égard des accidents qu'il peut produire.

» Obtenir l'anesthésie complète en échappant aux risques d'accidents mortels qu'entraîne malheureusement, souvent encore, l'absorption du chloroforme, est donc un problème dont la solution est bien digne de tenter tous les chirurgiens.

» M. Cl. Bernard, à son cours du Collége de France, au moment où il étudiait comparativement l'action physiologique des différents alcaloïdes de l'opium, a soulevé cette importante question et l'a en partie résolue, en nous montrant qu'il est possible, en combinant l'action de la morphine et du chloroforme, d'obtenir un état d'anesthésie très-complet, avec une quantité de chloroforme beaucoup moindre qu'il ne la faut ordinairement, lorsque cette substance est employée seule. Pour donner cette démonstration, M. Cl. Bernard injectait préalablement sous la peau d'un chien une certaine quantité de chlorhydrate de morphine (5 ou 10 centigrammes), et peu de temps après on administrait du chloroforme. Chaque fois l'anesthésie se produisait promptement et se prolongeait, bien que la quantité de chloroforme absorbée fût très-petite. Ces expériences furent répétées un grand nombre de fois et toujours avec le même résultat.

» Au moment où M. Cl. Bernard faisait ces intéressantes recherches, un chirurgien de Munich, Nusbaüm, constatait également ce phénomène sur une femme qui avait, pendant le cours d'une opération, absorbé une grande quantité de chloroforme. Ce chirurgien ne voulut pas administrer plus longtemps de cette substance, dans la crainte de provoquer un accident mortel. Il eut alors l'idée d'administrer en lavement une petite quan-

tité de morphine, et il vit alors l'anesthésie chloroformique se prolonger bien longtemps encore.

» Deux chirurgiens de Strasbourg, MM. Rigault et Sarazin, ont fait des recherches sur ce point. Jusqu'à ce jour leurs observations sont restées inédites, d'après les renseignements qui nous sont donnés par un de leurs élèves. M. Guibert, de Saint-Brieuc, nous communique la Note suivante :

» 1 centigramme de chlorhydrate de morphine en injection sous-cutanée, un quart d'heure après l'inhalation du chloroforme; on obtient d'abord l'analgésie sans sommeil avec intégrité complète de l'intelligence et des sens spéciaux. Cette analgésie n'est pas absolue et serait insuffisante pour les opérations graves avec section des troncs nerveux.

» En continuant l'inhalation, on obtient l'anesthésie, avec des doses de chloroforme inférieures à celles nécessaires quand on emploie le chloroforme seul. »

» Nous ne croyons pas que, pour ce qui a trait aux applications à la chirurgie de cet important phénomène, découvert par M. Cl. Bernard, les chirurgiens aient eu l'idée de pousser plus avant les recherches.

» Préoccupés de cette importante question, nous donnons ici un court résumé d'observations que nous avons entreprises chez l'homme, nous réservant d'y revenir sous peu, avec plus de développement et la rigueur scientifique que doit comporter le sujet, alors qu'il nous sera possible de doser d'une façon bien précise la quantité de chloroforme absorbée.

» 1° Le 27 janvier dernier, M. Labbé, dans son service de la Pitié, pratique sur un homme encore jeune une amputation sus-maléolaire; vingt minutes avant l'opération, on a injecté chez ce malade, à la partie interne d'une cuisse, $0^{gr},02$ de chlorhydrate de morphine. On donne alors le chloroforme, et il se manifeste une légère excitation; au bout de sept minutes, l'anesthésie est complète et se prolonge encore longtemps après l'opération, qui a duré dix-sept minutes. La quantité de chloroforme dépensée est de 28 grammes. Ce malade, bien que la sensibilité ne soit pas encore revenue, répond parfaitement à toutes les questions qu'on lui fait, et il est très-éveillé.

» 2° Le même jour, nous agissons de même chez un autre malade qui doit subir une opération assez longue (évidement du grand trocanter). Application de chloroforme vingt minutes après l'injection morphine; l'anesthésie est complète après six minutes d'inhalation du chloroforme. L'opération a duré trente-deux minutes, et il a été dépensé 25 grammes de chloroforme. Ce malade a eu une période d'excitation assez longue, puis il est tombé dans la résolution complète et n'a rien senti pendant toute la durée de son opération.

» 3° *Malade.* — Mardi 30 janvier, nous en donnons à un malade qui doit subir une opération de fistule à l'anus. Comme pour les deux autres, injection de $0^{gr},02$ de chlorhydrate de morphine un quart d'heure avant l'opération. Période d'excitation de cinq minutes, puis anesthésie complète. La quantité de chloroforme employée a été de 18 grammes.

» 4° *Malade.* — Injection de $0^{gr},02$ de chlorhydrate de morphine à une jeune fille de vingt ans qui doit subir l'opération de l'ovariotomie. Le chloroforme est donné vingt minutes après l'injection; une légère période d'excitation se manifeste, et l'anesthésie est complète au bout de six minutes. L'opération a duré une heure quarante-cinq minutes, et la dépense de chloroforme, pour produire l'anesthésie pendant tout ce temps, a été de 48 grammes. Pendant tout ce temps, la malade a été dans un état complet de résolution, et elle s'est réveillée très-calme après l'opération, disant qu'elle n'avait rien senti et ne sentait encore aucune douleur.

» En résumé, ces recherches, bien que très-incomplètes, nous permettent cependant d'affirmer :

» 1° Que l'on peut obtenir chez l'homme, comme l'a montré M. Claude Bernard pour les animaux, l'anesthésie bien plus rapidement en combinant l'action du chloroforme et de la morphine;

» 2° Que cette anesthésie est de plus longue durée et peut se prolonger très-longtemps avec de faibles doses de chloroforme, et que, par ce fait, les risques d'accidents mortels peuvent se trouver considérablement diminués.

» Nous croyons également que l'on pourrait sans inconvénient élever un peu la dose du chlorhydrate de morphine dans l'injection préalable, et qu'il y aurait peut-être avantage à pratiquer l'injection un peu plus longtemps avant l'opération que nous ne l'avons fait. Nous avons cru remarquer que tout n'était pas absorbé au point où avait été pratiquée l'injection au moment de l'opération. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la nature essentielle des corpuscules organisés de l'atmosphère et sur la part qui leur revient dans les phénomènes de fermentation;* *par* **M. A. Béchamp.**

« En examinant attentivement la poussière qui se dépose de l'atmosphère dans mon laboratoire, et celle des rues de Montpellier, j'ai été frappé de la grande analogie de forme que l'on remarque entre les granulations moléculaires que le microscope y révèle et celles que j'ai signalées, sous le nom de microzymas dans la craie et dans les calcaires d'eau douce ou ma-

rins que j'ai étudiés. J'ai supposé qu'elles étaient de même nature et de même fonction. Je me suis proposé de le démontrer : tel est l'objet de quelques-unes des expériences de la Note actuelle que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, laquelle se rattache ainsi à celle que j'ai publiée le 8 janvier dernier. J'examine ensuite jusqu'à quel point il importe de tenir compte des microzymas atmosphériques.

» I. *Les microzymas atmosphériques sont des ferments du même ordre que ceux de la craie.* Le 11 avril 1865, mis en expérience :

A. Empois de fécule, 20 grammes, avec 420 centimètres cubes d'eau. Carbonate de chaux pur, venant d'être préparé et exposé pendant 48 heures à l'air, sans le garantir contre la poussière, 30 grammes. Créosote, 4 gouttes.

B. Dans le même lieu, au même moment, avec la même fécule et la même eau : Empois de 20 grammes de fécule avec 420 centimètres cubes d'eau ; craie de Meudon prise au centre d'un bloc, 30 grammes. Créosote, 4 gouttes. La craie avait été rapidement pulvérisée dans un mortier de métal, porté à une température élevée et refroidie dans une enceinte créosotée.

» Les deux appareils, munis de leurs tubes abducteurs, sont portés à l'étuve et chauffés à 35-40 degrés.

» Le 12 avril, les deux mélanges sont dans le même état.

» Le 13, A n'est pas moins visqueux que la veille; B l'est une fois moins.

» Le 14, A, comme le 13; B est tout à fait liquéfié. Le mélange est aussi liquide qu'une solution de fécule soluble mêlée de craie.

» Le 15, A commence à se liquéfier; B dégage du gaz. A partir de ce jour, on laisse aller les deux fermentations, et le 26 juin on analyse les produits :

| A. *Opération avec carbonate de chaux.* | | B. *Opération avec craie.* | |
|---|---|---|---|
| Alcool absolu | $4^{cc}$. | Alcool absolu | $3^{cc},6$. |
| Sels de soude fondus | $8^{gr}$. | Sels de soude fondus | $9^{gr},2$. |
| Lactate de chaux cristallisé | $0^{gr},5$. | Lactate de chaux cristallisé | $5^{gr},2$. |

» Les sels de soude sont un mélange d'acétate et de butyrate.

» Les ferments sont, dans les deux cas, un mélange de microzymas et de bactéries. Les bactéries sont plus longues dans l'expérience avec le carbonate de chaux pur.

» II. *Les microzymas de la poussière des rues de Montpellier sont doués des mêmes propriétés que ceux de l'atmosphère et de la craie.* Le 5 novembre 1868, mis en expérience :

Empois de 20 grammes de fécule dans 300 centimètres cubes d'eau. Poussière calcaire d'un boulevard non pavé de Montpellier, 100 grammes. Créosote, 3 gouttes. Mis à l'étuve.

» Le 6 novembre, la fluidification était commencée; elle était complète le 7 et du gaz se dégageait. Le 28 décembre, examiné les produits :

Alcool : assez pour largement s'enflammer.
Acide butyrique pur : 6 grammes.
Acétate de soude cristallisé : 6 grammes.

» J'ai répété ces expériences : elles sont toutes concordantes. Ainsi, sauf des nuances, les poussières atmosphériques, celle des rues et la craie, dans les mêmes circonstances, ont le même mode d'action. Sans doute, il peut y avoir autre chose, dans l'atmosphère et dans la poussière des rues, que des microzymas, mais c'est accidentel. Ce qui est constant, ce sont les microzymas.

» Je pourrais multiplier les exemples de ces fermentations réduites à leur plus simple expression : en voici un qui indique qu'il peut exister plusieurs espèces de microzymas, même d'origine géologique.

» III. *Les microzymas du tuf calcaire de Castelnau (près de Montpellier) sont fonctionnellement différents de ceux de la craie et de l'atmosphère.* Le 6 janvier 1867, mis en expérience :

Empois de 50 grammes de fécule dans 1,000 centimètres cubes d'eau. Tuf de Castelnau rapidement pulvérisé, 270 grammes. Créosote, 10 gouttes.

» Le 23 janvier, il n'y avait encore aucune trace de fluidification; pourtant la fiole n'était couverte que d'un papier. Dans une autre expérience, faite dans les mêmes conditions, le mélange ne se fluidifia incomplétement qu'après un mois, et un mois plus tard le mélange analysé ne fournit que des traces d'acides volatils, et parmi les produits fixes seulement un peu de dextrine. Pourtant, la masse fourmillait de granulations moléculaires et de bâtonnets mobiles comme des bactéries.

» Il convient de faire remarquer que le tuf de Castelnau a été pris à une faible profondeur.

» Il faut donc compter avec les microzymas atmosphériques, et comme on ne peut pas, le plus souvent, se soustraire à leur présence, il est nécessaire de se demander à quel ordre de grandeur leur influence peut être réduite.

» IV. *L'influence des microzymas atmosphériques peut être réduite à zéro.* A propos des recherches sur la craie, je m'étais déjà assuré de ce fait. Plus tard j'ai répété ces expériences en les variant et en opérant dans diverses saisons.

» Le 5 janvier 1867, mis en expérience :

A. Sucre de canne, 145 grammes; eau, 1,000 centimètres cubes; carbonate de chaux pur, 50 grammes; créosote, 10 gouttes.

» Le carbonate de chaux avait été préparé au moment de s'en servir; il avait été lavé avec de l'eau légèrement créosotée. L'eau sucrée avait été filtrée sur un filtre et dans une fiole lavés à l'eau bouillante, légèrement créosotée. L'appareil n'avait été fermé qu'avec un tube à coton. Sauf les soins de propreté, on n'avait pris aucune autre précaution contre les poussières atmosphériques. Le mélange a subi toutes les variations de température du climat de Montpellier.

» Ouvert le 4 mai suivant : pas une trace de glucose. Refermé.

» Ouvert le 10 juillet : pas une trace de glucose. Ce jour, supprimé le tube à coton et fermé avec une simple feuille de papier, enveloppant le goulot.

» Examiné une dernière fois le 16 juillet 1869, c'est-à-dire après 30 mois : pas une trace de glucose; le pouvoir rotatoire du sucre de canne était resté constant.

B. Empois de 50 grammes de fécule avec 1,000 grammes d'eau; carbonate de chaux pur, 50 grammes; créosote, 10 gouttes. Le carbonate de chaux avait été préparé avec les mêmes soins que ci-dessus. Fermé avec un tube à coton.

» Comme pour A, l'appareil avait été ouvert plusieurs fois. Examiné le 5 août 1869, c'est-à-dire 31 mois après le début de l'expérience : pas trace de fluidification, l'empois était seulement contracté. On jette la masse délayée dans l'eau sur un filtre; la liqueur bleuit, en bleu pur, par l'iode : pas une trace de dextrine; traitée par l'acide oxalique, elle donne un précipité insignifiant; en la distillant, pas une trace d'alcool; seulement, une trace d'acide volatil, comme on en obtiendrait en distillant les eaux de lavage de la fécule elle-même.

» Au microscope, on voit quelques granulations moléculaires dans les deux mélanges : pas une bactérie, ni d'autres productions organisées. Mais qu'adviendrait-il si l'on ajoutait aux mélanges précédents une matière putrescible? Le voici :

» V. *L'influence des microzymas atmosphériques et d'une matière putrescible réunis peut être réduite à zéro.* Le 16 juillet 1870, mis en expérience :

A. Bouillon de levûre, 250 centimètres cubes; sucre de canne, 50 grammes; carbonate de chaux pur, 70 grammes; créosote, 3 gouttes.

B. Bouillon de levûre, 250 centimètres cubes; sucre de canne, 50 grammes; craie de Sens, extraite depuis un an de la carrière, 70 grammes; créosote, 5 gouttes.

» Le bouillon de levûre avait été fait avec 50 grammes de levûre et 500 grammes d'eau; traité par 3 à 4 volumes d'alcool, il louchit à peine, et, après trois jours, ne donne aucun précipité. Le carbonate de chaux avait été préparé avec les précautions déjà indiquées. Pendant qu'on pulvérisait la craie avec les soins déjà décrits, on agitait le carbonate de chaux à l'air avec une baguette de verre. B est muni d'un bouchon à tube adducteur; A n'est fermé que par un papier enveloppant le goulot du ballon. Les deux appareils sont abandonnés dans une pièce peu éclairée, à la température ordinaire.

» Le 1er septembre suivant, on constate qu'il n'y a de glucose dans aucun des deux appareils. Dans B, au microscope, fourmillement de microzymas mobiles; il y en a d'accouplés deux à deux et de petites bactéries mobiles. Dans A, quelques granulations moléculaires. La craie et le carbonate de chaux sont recueillis sur des filtres et complétement lavés. On les dissout l'un et l'autre par l'acide chlorhydrique étendu. A ne laisse pas de résidu appréciable. B laisse un résidu abondant : il est desséché à 160 degrés; il pèse $1^{gr},90$; incinéré, il s'est trouvé composé de

| | gr. | | | gr. |
|---|---|---|---|---|
| Matière minérale.... | 1,47 | En centièmes | matière minérale... | 77,35 |
| Matière organique... | 0,43 | | matière organique.. | 22,65 |
| | 1,90 | | | 100,00 |

» Pendant l'incinération, odeur de corne brûlée.

» Le résidu insoluble de la craie employée contenait en centièmes :

| | gr. |
|---|---|
| Matière minérale.............................. | 92,7 |
| » organique.................................. | 7,3 |
| | 100,0 |

» N'est-il pas permis de conclure, non-seulement que les rares microzymas de l'atmosphère qui sont tombés dans les mélanges pendant les manipulations n'ont pas agi, mais que les microzymas de la craie ont pullulé et plus que triplé?

Cette expérience avait été faite avec du sucre de canne, précisément pour pouvoir comparer, dans les deux cas, la masse de matière organisée qui se formerait. En voici deux autres qui les contrôlent.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de la bauxite à la Guyane française.* Note de M. St. Meunier.

« En étudiant récemment une collection de roches données au Muséum, en 1839 et 1842, par M. Itier, je fus frappé de l'aspect caractéristique d'un

échantillon catalogué comme peroxyde de fer globulaire, sous le signe 8.A.163. Cet échantillon, qui provient de la Pointe-du-Diamant, au Mahury, dans la Guyane française, offre l'identité la plus complète avec la bauxite du midi de la France, et spécialement avec celle qu'on exploite à Cabasse, dans le Var.

» Divers essais chimiques ont pleinement confirmé la conclusion du premier examen superficiel, et j'ai reconnu que le minéral en question est réellement constitué par l'hydrate d'alumine, simplement coloré par l'oxyde de fer. Il n'était sans doute pas sans intérêt de signaler une nouvelle région où l'on pourra peut-être exploiter la bauxite quand les usages de l'aluminium, chaque jour plus nombreux, auront rendu plus active l'extraction de ses minerais. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'aurore boréale du 4 février 1872.* Mémoire de **M. A. Laussedat**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Becquerel, Le Verrier, Vaillant.)

« Les observations de l'aurore boréale du 4 février faites en France et en Belgique, dans une zone de plus de 7 degrés en latitude, depuis Barcelonnette jusqu'à Louvain, ont permis de vérifier, avec plus d'exactitude qu'on avait pu le faire jusqu'à présent, ce fait intéressant : que *les rayons de l'aurore sont, en chaque station, parallèles à la direction de l'aiguille aimantée librement suspendue par son centre de gravité.*

» Arago ne doutait pas de l'exactitude de cette loi de physique terrestre qu'il énonce dans les termes suivants, au chapitre V de sa Notice sur les aurores boréales.

» Lorsqu'il jaillit des colonnes lumineuses des diverses régions de l'arc, leur point d'in-
» tersection, celui que certains météorologistes ont appelé le *centre de la coupole*, se trouve
» dans le méridien magnétique et précisément sur le prolongement de l'aiguille d'inclinai-
» son. »

» Malgré la forme très-affirmative sous laquelle cette loi est présentée, Arago n'en conseille pas moins « de répéter partout ce genre d'observations, moins, dit-il, pour établir
» entre les aurores boréales et le magnétisme terrestre une connexion générale, dont per-
» sonne ne peut douter aujourd'hui, qu'à raison des lumières qu'il doit répandre sur la
» nature intime du phénomène et sur les *méthodes géométriques* d'après lesquelles on a quel-
» quefois déterminé sa hauteur absolue.

» D'ailleurs quelle démonstration a-t-on donnée jusqu'à ce jour de cette loi et jusqu'à quel point les physiciens l'admettent-ils ?

» Wilke, qui s'est occupé de ce sujet, dit Kœmtz (1), *a cherché à prouver* que tous les
» rayons étaient parallèles à l'aiguille d'inclinaison. »

» Nous avons voulu, à notre tour, profiter de l'occasion, si rare à nos latitudes, qui s'est

(1) Kœmtz, *Cours complet de météorologie*, traduit par Ch. Martins, 1858, p. 425.

présentée le 4 février, pour mettre hors de doute la loi formulée par Wilke et dont l'énoncé ne diffère pas géométriquement de celui d'Arago.

» Grâce à l'empressement des observateurs, nous avons pu relever, dans les Notes insérées aux *Comptes rendus* des 5 et 12 février, vingt-quatre observations assez nettement définies de la position occupée sur la sphère céleste par le point de convergence des rayons de l'aurore boréale. Ces positions sont généralement rapportées par les observateurs aux étoiles brillantes les plus voisines et les plus connues. Le peu de précision que comporte un semblable mode d'indication nous faisait prévoir que l'accord entre l'observation et le calcul fondé sur l'hypothèse du parallélisme des rayons de l'aurore boréale avec l'aiguille aimantée ne serait pas parfait.

» On peut voir toutefois, dans le Mémoire que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, qu'en définitive les écarts ne sont pas très-considérables.

» Pour les déclinaisons, le maximum est de $5°7'$ et l'erreur probable de chaque observation est égale à $\pm 2°45'$. Pour les ascensions droites, le maximum atteint, exceptionnellement, $7°45'$, et l'erreur probable de chaque observation est de $\pm 3°35'$.

» Si l'on réfléchit à la manière dont les observations ont été faites, à l'incertitude des distances du point de convergence au repère choisi et à celle de l'indication de l'heure donnée par des montres ordinaires (cette dernière porte tout entière sur l'ascension droite, ce qui explique l'augmentation de l'erreur probable de cet élément), on se convaincra qu'il était impossible d'espérer une plus grande approximation (1). Nous donnons dans le Mémoire tous les calculs qui nous ont servi à la vérification de la loi énoncée, et nous espérons que l'examen de ces calculs et des tableaux qui les résument ne laisseront aucun doute sur la validité de cette loi, dont les conséquences sont très-remarquables. Nous nous bornerons à énoncer celles qui sont les plus immédiates et comme les corollaires d'un théorème de géométrie.

» I. Les rayons blancs et les rayons rouges de l'aurore boréale forment une coupole dont le centre se déplace avec l'observateur.

» II. Les rayons et les colonnes convergentes sont les éléments de *méridiens magnétiques* tracés en quelque sorte matériellement à travers l'atmosphère où ils forment des strates probablement situés à des hauteurs très-différentes.

» III. Le point de convergence étant purement fictif (c'est le point de fuite de la perspective sphérique), il ne saurait être question de chercher sa parallaxe, de déterminer sa hauteur; ce qui ne veut pas dire qu'on ne doive pas chercher à déterminer les parallaxes de rayons nettement définis qui seraient visibles simultanément de deux stations convenablement situées sur des directions sensiblement perpendiculaires aux méridiens magnétiques.

» IV. Le déplacement plus ou moins brusque du point de convergence, les mouvements ondulatoires des rayons, signalés par de nombreux observateurs (les mouvements ondula-

---

(1) Nous devons encore ajouter que les calculs ont été faits avec des valeurs de la déclinaison et de l'inclinaison qui ne sont pas rigoureusement exactes, et que nous avons dû admettre l'immobilité de l'aiguille. Si nous parvenions à nous procurer les données nécessaires pour tenir compte, à chaque instant, de la variation des deux éléments, nous avons des raisons de croire que les erreurs seraient sensiblement réduites.

toires sont bien connus), se trouvent expliqués ou du moins rattachés à la même cause que les changements de direction de l'aiguille aimantée, changements qui se trouvent en quelque sorte reflétés dans le ciel par les rayons de l'aurore boréale dont la tendance est toujours de s'orienter parallèlement à l'aiguille aimantée. »

*Tableau des observations du point de convergence des rayons de l'aurore boréale du 4 février 1872, d'après les* Comptes rendus *des séances du 5 et du 12 janvier, dans leur ordre chronologique* (en tenant compte des différences de longitude des stations).

| NUMÉROS d'ordre (1). | LIEUX d'observation. | HEURES locales. | POINTS de convergence | | HEURES de Paris. | NOMS DES OBSERVATEURS. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Æ | D | | |
| 1 | Albert (Somme). | $6^h 0^m$ | $3^h 36^m$ | 23° 0′ B | $5^h 59^m$ | M. Comte. |
| 2 | Nancy.......... | $6^h 18^m$ | $3^h 42^m$ | 22° 0′ | $6^h 3^m$ | M. Guyot. |
| 3 | Louvain......... | $6^h 30^m$ | $3^h 36^m$ | 23° 0′ | $6^h 21^m$ | M. Terby. |
| 4 | Metz............ | $6^h 40^m$ | $3^h 36^m$ | 23° 0′ | $6^h 25^m$ | M. Muller. |
| 5 | Châtillon-s-Seine. | $6^h 35^m$ | $3^h 36^m$ | 23° 0′ | $6^h 26^m$ | M. des Étangs. |
| 6 | Paris........... | $6^h$ à $6^h 30^m$ | $3^h 36^m$ | 23° 0′ | $6^h$ à $6^h 30^m$ | MM. Fron, Salicis, Chapelas. |
| 7 | Barcelonnette... | $6^h 30^m$ | $3^h 42^m$ | 22° 0′ | $6^h 13^m$ (2) | M. Giraud. |
| 8 | Grenoble....... | $6^h 45^m$ | $3^h 55^m$ | 20° 0′ | $6^h 31^m$ | M. de Villenoisy. |
| 9 | Saint-Étienne... | $6^h 45^m$ | $3^h 56^m$ | 21° 0′ | $6^h 37^m$ | Le P. Jullien. |
| 10 | Louvain........ | $6^h 55^m$ | $4^h 8^m$ | 32° 0′ | $6^h 46^m$ | M. Terby. |
| 11 | Montpellier..... | $6^h 55^m$ | $3^h 58^m$ | 20° 0′ | $6^h 49^m$ | MM. Fabre et Collot. |
| 12 | Montpellier.... | $7^h 5^m$ | $4^h 21^m$ | 17° 0′ | $6^h 59^m$ | MM. Fabre et Collot. |
| 13 | Louvain...... | $7^h 55^m$ | $5^h 18^m$ | 28° 0′ | $7^h 46^m$ | M. Terby. |
| 14 | Montpellier.... | $8^h 0^m$ | $5^h 40^m$ | 15° 0′ | $7^h 54^m$ | MM. Fabre et Collot. |
| 15 | Albert (Somme). | $7^h 30^m$ à $8^h$ | $5^h 18^m$ | 28° 0′ | $7^h 29^m$ à $7^h 59^m$ | M. Comte. |
| 16 | Grenoble........ | $8^h 20^m$ | $6^h 0^m$ | 15° 0′ | $8^h 6^m$ | M. de Villenoisy. |
| 17 | Saint-Étienne... | $8^h 25^m$ | $6^h 0^m$ | 21° 0′ | $8^h 17^m$ | M. Vicaire. |
| 18 | Louvain........ | $8^h 40^m$ | $6^h 15^m$ | 23° 0′ | $8^h 31^m$ | M. Terby. |
| 19 | Bordeaux...... | $8^h 30^m$ | $5^h 30^m$ | 22° 0′ | $8^h 42^m$ | M. Lespiault. |
| 20 | Albert (Somme). | $8^h 40^m$ | $6^h 15^m$ | 23° 0′ | $8^h 39^m$ (3) | M. Comte. |
| 21 | Paris.......... | $9^h 8^m$ | $6^h 54^m$ | 23° 0′ | $9^h 8^m$ | M. Tremeschini. |
| 22 | Paris........... | $9^h 50^m$ | $7^h 35^m$ | 23° 0′ | $9^h 50^m$ | M. Tremeschini. |
| 23 | Paris........... | $10^h 26^m$ | $8^h 9^m$ | 23° 0′ | $10^h 26^m$ | M. Tremeschini. |
| 24 | Paris........... | $10^h 35^m$ | $8^h 10^m$ | 24° 0′ | $10^h 35^m$ | M. Laussedat. |

(1) Les numéros de cette colonne correspondent à ceux de la carte céleste.

(2) Cette observation a été inscrite par erreur sous le n° 7; elle devrait occuper le n° 3. La carte étant gravée, on a dû laisser subsister cette irrégularité.

(3) Les observations n° 19 et n° 20 devraient être inversées.

*Positions successives du point de convergence des rayons de l'aurore boréale du 4 février 1872.*

Castor
Pollux
Gémeaux
Taureau
Les Pleïades
Les Hyades
Aldébaran
Jupiter
Cancer
Pt Chien
Procyon
Orion
Rigel
Licorne

Les numéros de 1 à 24 indiquent l'ordre chronologique dans lequel ont été faites les observations.

Les centres des petits cercles voisins des numéros marquent les positions du point de convergence.

Les traits qui partent du centre de chaque petit cercle indiquent l'amplitude et la direction de l'écart entre la position observée du point de convergence des rayons de l'aurore boréale et la position calculée du point de direction de l'aiguille aimantée.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur des faits dont on peut déduire : 1° une théorie des aurores boréales et australes, fondée sur l'existence de marées atmosphériques; 2° l'indication, à l'aide des aurores, de l'existence d'essaims d'astéroïdes à proximité du globe terrestre* (suite); *par* **M. J. Silbermann.** (Communiqué par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

*Procédé pour mesurer la hauteur réelle au-dessus du sol des deux extrémités des faisceaux, dans le cas d'une aurore en couronne dont les faisceaux, au lieu de se toucher, présentent l'aspect d'une troncature de cône nettement accusée; cas présenté par l'aurore du 4 février.*

« Vers 7 heures du soir environ, le 4 février, sept rayons, d'un rose vif, convergeaient sans se toucher; ils présentaient l'aspect de la moitié de la troncature d'un cône.

» En ce moment, si l'on avait mesuré l'angle sous-tendu par ce cercle, et si, d'autre part, on avait pu déterminer la hauteur au-dessus du sol des bandes de nubécules aurorigènes, lesquelles convergeaient aux deux extrémités opposées de l'horizon sud et nord présentant l'aspect de côtes de melon (ces bandes étaient donc parallèles; elles paraissaient équidistantes); si, à ce moment, on avait mesuré leur écartement au moyen d'observations zénithales faites au même moment, à deux stations, est et ouest, situées au-dessous des deux bandes les plus rapprochées, et si l'on avait, en même temps, déterminé la hauteur réelle des nubécules aurorifères, on aurait pu alors préciser la hauteur réelle du sommet des faisceaux dans les meilleures conditions, aussi bien qu'on peut mesurer la longueur d'un tunnel, quand on connaît exactement la distance à laquelle on se trouve de l'entrée, ainsi que le diamètre de cette ouverture et l'angle que sous-tend l'ouverture du tunnel à l'extrémité opposée.

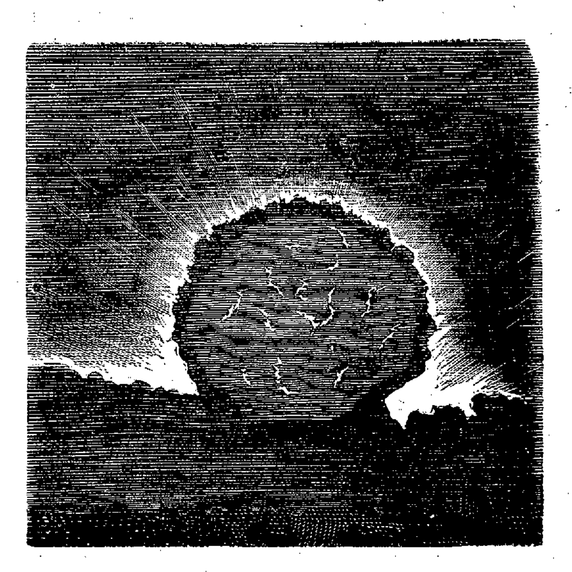
» Lorsque la couche du vent inférieur, au lieu d'être recouverte par une nappe de nubécules opaques, ne contient que de la vapeur électrisée plus ou moins transparente, la hauteur du segment obscur est la même, quelle que soit la distance horizontale à laquelle on l'observe, toute chose étant égale d'ailleurs. Sa hauteur apparente dépend, en ce cas, de l'angle limite de réflexion et de réfraction, de la surface de séparation des deux vents rectangulaires (l'inférieur relativement chaud et humide, et le supérieur froid et sec). En ce cas, on peut voir des étoiles à travers le segment obscur. (*Voir*, pour plus d'explications, la théorie des mirages formulée par Gaspard Monge et par MM. Mathieu et Biot.)

» Souvent, vers la fin de l'aurore, lorsque, d'une part, il ne reste plus guère de vapeur chargée d'électricités et, de l'autre, lorsque la surface de séparation entre les deux vents devient irrégulière, non-seulement la lumière de l'aurore s'affaiblit considérablement, mais, en même temps, la ligne de séparation de l'arc lumineux et du segment obscur devient de plus en plus vague, l'arc descend graduellement au-dessous de l'horizon. On a probablement alors sous les yeux la queue de l'onde de marée.

» Assez généralement, le segment obscur éprouve aussi des oscillations horizontales; elles sont lentes et s'exécutent entre l'ouest et l'est. Le plus souvent, l'éclat de la lumière de l'aurore va en diminuant, pendant l'excursion d'ouest à est, et va en augmentant pendant l'excursion d'est à ouest, quand le vent supérieur est de nord-est; mais l'inverse a lieu quand le vent supérieur est de nord-ouest.

» Un autre fait vient confirmer l'identification de l'aurore avec l'onde de marée : c'est que l'aurore du 4 février n'a commencé à paraître, en Amérique, que six heures après avoir paru en France. C'est à peu près ce qui devait avoir lieu selon mon hypothèse. (*Voir* la Communication de M. Tarry à la séance précédente.) Il semble résulter de l'ensemble des faits exposés dans ce Mémoire que le magnétisme terrestre, loin de remplir le rôle actif de cause, n'est qu'un simple effet.

» Lorsqu'une nuée orageuse se rencontre avec une onde faible de marée, celle-ci donne simplement lieu à une aurore auréolaire autour de la nuée, ainsi que cela a eu lieu lors de l'essaim du 6 septembre 1865, à 9 heures du soir, au nord-nord-est de Paris (*voir* la figure ci-contre); mais lorsque l'onde est forte, on voit les nuées orageuses se dissiper et se transformer en autant de foyers de lumière aurorale. Je crois avoir dit un mot de ce fait dans l'une de mes précédentes Communications à l'Académie.



» En raison des propositions énoncées dans mon précédent Mémoire, on voit que chaque astre du système solaire et chaque groupe d'astéroïdes agissent sur l'atmosphère terrestre : 1° en raison directe de leur masse; 2° en raison inverse du carré de leurs distances à la terre; 3° en raison de leur position angulaire par rapport à une longitude donnée; 4° est rendu sensible par des phénomènes auroraux en raison du degré d'élévation de la latitude; 5° le degré de coloration dépend du degré de développement de la vie animale et végétale. On sait que la mer Boréale, surtout dans le voisinage de l'archipel arctique, où débouche le gulfstreem, est très-peuplée d'êtres aquatiques; la surface des eaux est tellement chargée de détritus, disent les navigateurs, que la surface de la mer y paraît souvent graisseuse. La mer Australe, au contraire, contraste par ses plages presque désertes; c'est ce qui nous semble expliquer la pâleur des aurores australes.

» Il est presque inutile de dire que, du moment que la cause des aurores est cosmique, et tous les faits le prouvent, il n'est pas étonnant que les aurores aient lieu simultanément dans les deux hémisphères.

» Chaque essaim, lors de son passage à proximité de notre globe, doit donc donner lieu à la formation d'une onde de marée, d'où résultent, durant la nuit, des aurores lumineuses, et, pendant le jour, des aurores nuageuses.

» Il ressort des raisonnements de de Mairan (p. 534, édition de 1754, *voir* son *Traité sur l'aurore*) qu'il admettait l'existence d'aurores pendant le jour.

» Arago et M. Laugier, le dimanche 24 juin 1844, à 8h 30m du soir, ont observé une aurore de jour (voir les *Comptes rendus*, t. XVIII, p. 1168). Cette aurore est apparue dans

le sud, et son segment obscur bordé de son arc lumineux, au lieu de descendre à l'horizon sud, s'est, au contraire, élevé graduellement, jusqu'à disparaître par son passage au zénith. Cette ascension s'est dirigée selon un plan à 20 degrés est-est du méridien. Ce fait est très-intéressant, car il accuse une symétrie au sud avec le cas précité des aurores qui résultent de deux vents rectangulaires NO et NE, cas où l'aurore cesse de même d'être visible par l'ascension du segment obscur jusqu'à dépasser le zénith. En bas régnait un vent SSE, et sans doute au-dessus un vent d'ONO. Cette aurore a été accompagnée d'une baisse barométrique.

» M. Laugier a le premier reconnu, par des mesures précises, que les taches du Soleil se déplacent en s'éloignant et se rapprochent alternativement de l'équateur du Soleil.

« J'ai dû, dit-il, en conclure qu'il y avait simultanéité dans les mouvements. La direction » de ces mouvements n'est pas déterminée; mais si on les fait porter entièrement sur les » latitudes des deux taches observées en même temps, on voit que ces latitudes augmentent » et diminuent ensemble, comme si une même force rapprochait les taches et les éloignait » alternativement du pôle de rotation. »

» Ce qui précède exclut, ce nous semble, non-seulement toute idée relative à une nature volcanique, mais établit d'une façon inébranlable la théorie d'Arago sur l'atmosphère du Soleil. Tous les phénomènes de la physique prouvent, en effet, qu'il n'est pas toujours nécessaire qu'un corps soit chaud, électrique ou lumineux, pour déterminer la production de phénomènes de chaleur, d'électricité ou de lumière sur les corps qui l'environnent. Je n'en finirais pas s'il fallait citer toutes les expériences péremptoires à cet égard, et l'on commence heureusement à étudier depuis quelques années les phénomènes au point de vue des métamorphoses de la force qui anime l'univers : qu'il me suffise de rappeler les belles expériences de MM. Hirn, Léon Foucault, de mon frère Jean-Thibault Silbermann avec M. Petrus Favre, les nombreuses expériences de M. Henri Sainte-Claire Deville et de tant d'autres physiciens et chimistes distingués. La physique et la chimie ont précisément pour but l'étude de ce protéisme incessant universel de la force qui a déjà changé de manière d'être et d'agir lorsqu'un phénomène a révélé sa présence, c'est-à-dire que sa nature apparente a changé par sa façon d'être, d'agir et de se propager dans le temps et dans l'espace à travers les corps. Si donc il y a eu recrudescence quant au nombre et à la grandeur des facules et des taches du Soleil depuis trois ans, accompagnés de l'apparition d'immenses protubérances et de gerbes brillantes sur les bords du disque, comme cela résulte des observations du P. Secchi, de MM. Tacchini, Lockyer et de tant d'autres habiles observateurs, loin d'en voir la cause dans la coïncidence de ces faits avec les apparitions d'aurores, il est bien plus naturel d'y voir une analogie de faits subjectifs à des causes communes extérieures, c'est-à-dire cosmiques.

» Cela prouverait donc plutôt que l'atmosphère du Soleil est soumise aux mêmes causes agissantes et y est au moins tout aussi sensible que celle de la Terre. Les formidables protubérances qu'on remarque en ce moment sur les bords du disque solaire semblent n'être autre chose que des ondes de marée de l'atmosphère solaire, et les facules les rayons de l'aurore perpétuelle et bienfaitrice due au passage périhélie des essaims d'astéroïdes le long de leur orbite elliptique très-allongée, c'est-à-dire identique à celle des comètes comme M. Schiaparelli l'a démontré il y a plusieurs années. J'ai examiné minutieusement, et à plusieurs reprises : 1° à l'aide de l'hélioscope de M. Porro, 2° avec les grandes lunettes de l'Observatoire, la physionomie très-caractéristique du bord des taches solaires ainsi que celle des

facules. Certaines taches m'ont produit l'effet, les unes de révéler l'existence de cyclones, et les autres d'être de simples trouées, comme les nuées orageuses en montrent souvent. Ces phénomènes, aujourd'hui si bien étudiés par MM. Chacorhac, Nasmyth, Carrington, Huggins Warren de la Rue, Stewart et Lœwy, Capoci, Lockyer, le P. Secchi et surtout les beaux dessins de M. Tacchini, à Palerme, nous montrent des nuages presque identiques en tous points à ceux de notre atmosphère, que j'étudie avec soin depuis plus de trente ans.

» Un fait d'une haute importance a été observé, fin décembre 1871, par M. C. Flammarion. En observant Jupiter avec son télescope, il a constaté avec surprise qu'un satellite qui passait devant le disque, au lieu de se détacher en clair sur le fond grisâtre de l'atmosphère de cet astre, paraissait noir par son contraste avec une lumière d'un éclat extraordinaire et d'une teinte rosée, laquelle semblait être le produit de l'atmosphère de cette planète, ce qui porte naturellement à admettre que M. Flammarion a été témoin d'une aurore dans l'atmosphère de Jupiter. Peu de jours après éclataient sur terre les aurores des premiers jours de janvier 1872; puis après on constatait le surgissement extraordinaire de protubérances et de gerbes énormes sur l'atmosphère solaire, se profilant sur les bords du disque.

» Or le point radiant des étoiles filantes vues pendant les aurores des 4 et 22 février correspondait à la position de Jupiter sur la voûte céleste. Outre que ces éclats successifs offriront peut-être aux astronomes le moyen de mesurer la vitesse de ces petits globes dans les espaces célestes, ces faits révèlent les fonctions que ces différents astres remplissent dans l'économie générale des mondes, puisque, en passant près de notre atmosphère, ils la soulèvent en produisant un effet analogue à celui d'une ventouse, mélangent les couches d'air, aspirent les vapeurs méphitiques du sol et purifient l'air par leur décomposition au moyen de l'électricité de l'aurore, et entretiennent ainsi la viabilité à la surface de notre globe comme à celle des autres planètes et du Soleil lui-même.

» Les agitations de l'aiguille aimantée en plein jour, ainsi que le trouble des lignes télégraphiques aux mêmes heures, confirment d'autre part l'existence des aurores du jour. C'est ce qui a eu lieu le 4 février, dès 3 heures de l'après-midi, et dès cette heure j'ai vu l'aurore pendant le jour avec ses bandes de nubécules colorées en jaune par la vapeur rutilante qui les environnait, ce qui présageait, comme je l'ai dit plus haut, une aurore richement colorée en cas de persistance du phénomène après le coucher du Soleil.

» Les 22 et 23 février il y a eu aurores de jour identiques en tous points à celles du 4; mais, ces deux jours, la Lune, par sa position, a dû contrecarrer en partie la production du phénomène et de l'autre l'éclipser par sa clarté. Malgré cela, il m'a été possible cependant de distinguer des faisceaux rosâtres formant la Couronne entre $8^h 45^m$ et $9^h 45^m$.

» Ainsi que je l'ai dit plus haut, durant l'aurore du 4 février, j'ai observé cinq étoiles filantes dont le point radiant devait être peu éloigné de la partie du ciel où se trouvait Jupiter.

» Le 22 février, j'ai de même observé, entre 8 et 10 heures du soir, dix étoiles filantes partant de la même région du ciel : d'où il semble résulter que les aurores du 4 et du 22 février ont été provoquées par des parties différentes d'un même essaim, passant successivement à proximité de Jupiter, de la Terre et du Soleil.

» On comprend, d'après cela, combien il est important pour les astronomes d'observer

minutieusement non-seulement les aurores de nuit, mais celles de jour. J'ai observé jusqu'à présent plus de cent aurores, dont une soixantaine seulement pendant la nuit. »

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. le professeur *Coze*, de Strasbourg, un Mémoire intitulé : *De l'emploi des greffes épidermiques, pratiquées avec des lambeaux de peau de lapin, pour la guérison des plaies rebelles.*

« L'auteur, dit M. Larrey, rappelle d'abord le travail lu à l'Académie des Sciences, en novembre 1871, par M. le docteur L. Reverdin, sur les greffes animales étudiées expérimentalenent au Collége de France.

» M. Coze rapporte ensuite trois observations de sa pratique à l'hôpital militaire de Perpignan, à l'appui des expériences de M. Reverdin.

» La première de ces observations est relative à une plaie ancienne et fistuleuse de la cuisse, par un éclat de bois; la deuxième à une plaie ulcérée du genou, compliquant une fracture de la rotule, par coup de pied de cheval; et la troisième à une plaie par éclat d'obus, de l'extrémité inférieure de la jambe.

» Ces trois observations, recueillies avec soin, dans tous leurs détails, sont suivies de remarques pratiques sur les opérations d'anaplastie, et de conclusions précises en faveur de la transplantation d'un lambeau cutané du lapin, sur une plaie ulcérée ou difficile à guérir chez l'homme.

» Le Mémoire de M. Coze mérite d'être transmis à la Commission des prix de médecine et de chirurgie.

(Renvoi à cette Commission.)

M. le vice-amiral **Jurien de la Gravière**, en présentant à l'Académie, de la part de M. *Larousse*, Ingénieur hydrographe, une « Étude sur les embouchures du Nil et sur les changements qui se sont produits à ces embouchures pendant les derniers siècles », ajoute les observations suivantes :

« Le Mémoire de M. Larousse relatif aux embouchures du Nil a pour objet de préciser les changements qui s'y sont produits, en remontant aussi loin que le permettent les documents authentiques que l'on possède sur cette partie de la côte et en comparant les plans conservés dans les Archives du dépôt de la marine aux reconnaissances récemment opérées sur la demande du gouvernement égyptien et de la Compagnie du canal de Suez.

» En ce qui concerne la bouche de Damiette, M. Larousse a pu constater que, pendant les deux cents dernières années, après des alternatives d'atterrissement et d'érosion, la pointe principale de l'embouchure s'était avancée

en moyenne de 3 mètres environ par an. A l'embouchure de Rosette, l'avancement, pendant la même période, paraît avoir été beaucoup plus considérable. De 1687 à 1800, il aurait été en moyenne de 10 mètres par an et se serait élevé à plus de 35 mètres dans les soixante années qui ont suivi. Cette progression rapide est attribuée par M. Larousse à la position de l'embouchure sur la côte et au remous du courant littoral formé par la pointe d'Aboukir.

» Parmi les modifications que subit actuellement la côte, il faut encore citer les érosions des parties saillantes du littoral, telles que le cap Burlos et le Lido, à l'est de Port-Saïd, tandis que le fond des baies de Péluse et de Dibeh s'est un peu ensablé. Sur cette côte, l'action incessante de la vague prédominante de l'ouest tend à faire disparaître les inégalités du rivage plus encore qu'à combler les golfes.

» M. Larousse termine son Mémoire par une étude sur Port-Saïd, qui est l'embouchure du canal de Suez dans la Méditerranée. La difficulté de créer et surtout de maintenir un port d'une profondeur suffisante sur une plage formée d'alluvions et qui se prolonge sous l'eau par une pente presque insensible, a été l'un des principaux arguments que l'on a longtemps opposés à la jonction des deux mers. « Supposez, disait-on, qu'un canal ait » été creusé entre Cette et Bayonne, le passage des grands bâtiments d'une » mer à l'autre, de la Méditerranée à l'Océan, serait-il pour cela résolu? » La barre de l'Adour ne continuerait-elle pas d'arrêter les navires que leur » tirant d'eau empêcherait de la franchir? » L'objection était capitale. Heureusement, le golfe de Péluse ne présente pas des conditions aussi difficiles que le golfe de Gascogne. La direction des vents et de la lame n'est point à Port-Saïd, comme elle l'est devant Bayonne, presque toujours normale à la direction de la côte. Les vagues sont également bien loin d'y avoir la même puissance, et l'on ne rencontre point à l'embouchure du canal cette lutte de deux efforts contraires qui accumule les sables de l'Océan à l'entrée de l'Adour.

» Il paraît aujourd'hui certain que l'issue du canal de Suez dans la Méditerranée pourra être maintenue à la profondeur nécessaire, sans que les frais d'entretien dépassent les proportions que de pareilles dépenses doivent toujours garder avec le prix des travaux de premier établissement. M. Larousse estime qu'il est indispensable de prolonger chaque année les jetées d'une quantité égale à l'avancement graduel de la plage. Cet avancement, qui avait été primitivement de 60 mètres par an, n'est plus que de 35 mètres, depuis que le musoir a atteint des fonds plus considérables. Un pro-

longement annuel de 35 mètres ne constituerait qu'une dépense à peine égale aux frais de curage du port.

» Il est d'ailleurs à désirer que des relevés hydrographiques, poussés jusqu'à deux milles et plus de l'embouchure du canal, viennent constater périodiquement les variations de la plage sous-marine qui s'abaisse sur certains points, en même temps qu'elle s'exhausse sur d'autres; car, chose importante à noter, s'il y a toujours eu ensablement près du rivage, il y a eu aussi, pendant quelque temps après la construction des jetées, affouillement et approfondissement au large. L'entrée d'un passage qui donne accès aux marchés les plus fréquentés du globe ne saurait être trop surveillée, et l'Académie apprendra sans doute avec satisfaction que M. le Ministre de la Marine a donné au commandant de la frégate française qui stationne à Port-Saïd l'ordre de procéder à une exploration minutieuse des abords du canal, exploration dont les résultats seront soigneusement contrôlés par le Comité hydrographique du Dépôt des cartes et plans. »

M. P. **Guyot** adresse, de Nancy, une Note relative aux modifications qu'apporte la gelée dans les propriétés explosibles de la dynamite.

M. A. **Brachet** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par M. Gary et par lui, le 15 janvier 1872, et contenant l'indication d'une disposition nouvelle à donner aux régulateurs de la lumière électrique.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel : les auteurs proposent « d'augmenter économiquement la puissance du régulateur électrique en rendant possible, par la suspension du courant, la multiplicité des arcs dans un même régulateur. »

M. **Lemaire** adresse une Lettre relative à ses précédentes Communications sur un chronographe.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Physique.

M. **Petilleau** adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur une presse moteur.

Cette lettre sera transmise à M. Phillips.

M. L. **Dodge** adresse, de Chicago, une Lettre destinée à obtenir de l'Académie quelques renseignements sur certains ciments employés à Paris

pour diverses constructions, et en particulier pour celle de l'aqueduc de la Vanne. Il pense que ces documents pourraient recevoir leur application dans la reconstruction de la ville de Chicago, détruite par l'incendie du 9 octobre 1871.

Cette Lettre sera transmise à MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Belgrand.

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 février 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*; t. VIII, 2e cahier. Paris, 1872; in-8°.

*Appareil électrique prévenant les accidents de chemin de fer, de* MM. A. VEILLET et C. VERNY. Lille, 1871; opuscule in-8°.

*Projet d'organisation d'un Institut agronomique; par* M. J. CARVALLO. Paris, 1871; opuscule gr. in-8°. (Extrait des publications récentes de l'*Académie nationale, agricole, manufacturière et commerciale.*)

*Les incendies modernes, etc.; par* M. J. CHAUTARD. Nancy et Paris, 1872; br. in-12.

*Les microzymas. Ce qu'il faut en penser; par* le Dr L. CAIZERGUES. Paris, 1872; in-8°, avec planches.

*Étude sur les embouchures du Nil et sur les changements qui s'y sont produits dans les derniers siècles, d'après une reconnaissance hydrographique exécutée en* 1860; *par* M. LAROUSSE. Paris, 1872; in-8°, avec plans. (Présenté par M. l'Amiral Jurien de la Gravière.)

*Bibliothèque de l'École des Hautes-Études. Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par* MM. G. DARBOUX *et* J. HOUËL; décembre 1870 à août 1871. Paris, 1870-1871; 9 liv. in-8°.

*A new system of measures, weights, and money; entitled the Linn-Base decimal system, etc.; by* W. WILBERFORCE MANN. New-York, 1871; br. in-12.

*The american Journal of Science and Arts*, n° 14, vol. III; february 1872. New-Haven, 1872; in-8°.

*The Journal of the Franklin Institute;* vol. LXIII; january 1872, n° 1. Philadelphia, 1872; br. in-8°.

*Astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe Observatory;* vol. XIV à XXVII. Oxford, 1855 à 1870; 14 vol. in-8°, reliés.

*Transactions of the Royal Society of Arts and Sciences of Mauritius; new series*, vol. V. Mauritius, 1871; in-8°.

*Apuntes para la geografia y fauna entomologicas de Mataro; por* J.-M. SALVANA COMAS. Madrid, 1870; in-8°.

*Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei,* anno XXV, sessione II del 21 gennaio 1872. Roma, 1872; in-4°.

*Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti;* tome I; disp. prima-seconda. Venezia, 1871-1872; 2 br. in-8°.

*Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par* M. E.-H. VON BAUMHAUER; t. VI, 4ᵉ et 5ᵉ liv. La Haye, 1871; 2 br. in-8°.

*Verhandelingen rakende de natuurlijke en geopenbaarde godsdienst uitgegeven door Teylers Godgeleerd genootschap;* nieuwe series, tweede deel. Haarlem, 1871; in-8°.

*Die Künstlich dargestellten mineralien nach G. Rose's kristallo-chemischen mineralsysteme geordnet von* Dʳ C.-W.-C. FUCHS. Haarlem, 1872; in-4°.

*Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor* 1871. *Drie en twintigste jaargang eerste deel. Waarnemingen in Nederland.* Utrecht, 1871; in-4° oblong.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 12 février 1872.)

Page 427, première ligne des formules (1), *au lieu de* $\frac{du}{dz}$, *lisez* $\frac{dw}{dz}$.

Même page, troisième ligne des formules, *au lieu de* ou, *lisez* où.

Page 434, deuxième et troisième formule, *au lieu de* —, *lisez* +. Le signe — qui affecte la quatrième formule doit disparaître, et à la cinquième, *au lieu de* $R^s$, *lisez* $R^s_r$.

Page 436, ligne 2, *au lieu de* (1), *lisez* (*), et ligne 28, *au lieu de* (*), *lisez* (1).

Même page, ligne 29, *au lieu de* trois pressions normales, *lisez* trajectoires des molécules.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'hydrodynamique des cours d'eau* [suite (*)]; *par* M. DE SAINT-VENANT.

» 6. Il n'y a donc pas à chercher d'autres formules ou équations que celles de Navier et Poisson avec $\varepsilon$ constant, pour un fluide peu ou point visqueux, tel que l'eau (**), quand il s'agit, comme on a dit, de mouve-

(*) *Voir*, à la séance précédente (26 février, p. 570-577).

(**) Nous disons « peu ou point visqueux; » car si le liquide avait une certaine cohésion, de manière qu'il fallût, même sans vitesse sensible, un certain effort pour changer sa forme ou faire glisser ses parties les unes devant les autres, il serait nécessaire d'ajouter des termes de *plasticodynamique* aux équations et formules, comme il a été dit aux *Comptes rendus*, 7 mars 1870, t. LXX, p. 480, et surtout au *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1871, t. XVI, p. 316 (nº 6 du Mémoire).

Poncelet (*Introduction à la Mécanique industrielle*, nº 376) observe que le frottement dans un fluide ne suppose pas nécessairement cette cohésion qu'on appelle *viscosité*. Il est énergique dans les gaz : il résulte de ce que tous les fluides sont composés de molécules non contiguës qui s'engrènent et s'entraînent les unes les autres en vertu de leurs actions mutuelles. Le frottement ne constitue pas une exception, une *imperfection :* il est aussi essentiel que la pression dans les fluides.

ments réguliers ou sensiblement réguliers, n'offrant ni ondulations, ni inflexions, ni changements brusques ou rapides de grandeur et de direction des vitesses d'une manière perceptible à nos sens (*).

» Mais tels ne sont pas les mouvements qui s'observent dans les rivières, ni même dans les rigoles artificielles les mieux dressées. Ce que nous appelons l'état de permanence, qui semble devoir résulter toujours d'une affluence et d'un débouché constants, n'y a même jamais lieu rigoureusement : car si (ce qui caractérise l'état ainsi appelé) les vitesses restaient constantes en chacun des points de l'espace traversé, la surface du fluide paraîtrait comme un morceau de glace, et les herbes croissant au fond présenteraient la même immobilité. Or, loin de là, l'aspect du courant offre une agitation non interrompue et des mouvements tumultueux, d'apparence désordonnée, montrant que les vitesses changent brusquement et de façons très-diverses, d'un point à l'autre et d'un instant à l'autre. On y distingue ces tourbillons, grands et petits, à axe vertical mobile, signalés par Léonard de Vinci, puis par Venturi, et plus particulièrement ensuite par Poncelet (**). On voit aussi s'épanouir, à la surface, ces *bouillons* ou tourbillons à axe à peu près horizontal qui surgissent à chaque instant du fond, et, par suite, de véritables ruptures, avec ces mouvements d'entrecroisement et de mélange qu'a observés M. Boileau dans ses expériences (***).

» Mais, à travers un pareil désordre, ainsi que l'a remarqué surtout ce dernier expérimentateur, et que l'ont observé, sur de plus grandes masses, des ingénieurs américains (****), un certain ordre s'observe pourtant; car

---

(*) D'autres faits viennent à l'appui, en corroborant tout au moins l'une des deux lois, celle de proportionnalité de la vitesse U à la pente I, même pour quelques degrés d'irrégularité. Ce sont, outre les expériences citées de Girard, celles qui ont été faites par Darcy sur l'écoulement de l'eau à travers les sables et autres terrains perméables (Fontaines publiques de Dijon; — ou Dupuit, *Mémoire sur le mouvement de l'eau à travers les terres*, publié à l'édition de 1863 de ses *Études théoriques et pratiques*). On peut y joindre ce qui a été observé dans les canaux découverts pour les mouvements lents, et, par conséquent, peu ou point irréguliers, et aussi pour les sections très-petites; car la pente et, par conséquent, la résistance y a été trouvée proportionnelle à la simple vitesse et non à son carré comme dans la plupart des autres cas; ce qui s'explique difficilement sans admettre la loi dont nous parlons, relative aux frottements intérieurs.

(**) Introduction à la *Mécanique industrielle*, n° 375.

(***) *Traité du jaugeage des eaux courantes*, et aussi *Comptes rendus*, 2 février 1846, 21 décembre 1868, p. 1214; 18 octobre 1869, p. 862.

(****) *Expériences hydrauliques faites sur le Missisipi*, par MM. Humphrey et Abbott, traduction résumée faite par M. Fournié, 1867.

on voit se reproduire à peu près les mêmes particularités dans les vitesses du fluide à de courts intervalles de temps en chaque endroit en sorte que le mouvement, s'il est déterminé par des causes constantes, se règle comme il fait dans la plupart des machines, par *périodicité*, ainsi que Savart l'avait déjà observé dans ses expériences d'écoulement par des orifices (*) et qu'au total, tant pour la direction que pour la grandeur, les vitesses effectives, si variables, font des oscillations, compliquées sans doute, mais d'amplitude généralement médiocre, autour de moyennes constantes, relatives à chaque point. Ce sont ces vitesses moyennes *locales*, ces vitesses de translation ou de transport du fluide que mesurent les flotteurs et autres instruments hydrométriques, et qui déterminent les écoulements, objets du calcul.

» Elles varient d'un point à l'autre d'une manière continue, en offrant une régularité non douteuse; et l'on peut évidemment, par suite, en dire autant des grandeurs et des directions moyennes, aussi *locales*, des pressions ou des frottements sur chaque face, passant par chaque point de l'espace traversé par la masse en mouvement, lorsqu'on les prend pour l'étendue d'une petite portion finie de cette face, et pour un temps aussi fini qui comprenne une ou deux périodes d'oscillation.

» On a reconnu que les relations entre ces vitesses et ces frottements *moyens locaux* et seuls mesurables, n'étaient point représentées par les équations de Navier ou les formules (1) de pressions avec $\varepsilon$ constant. J'ai, en 1846 (**), puis en 1850 et 1851 (***), d'après les divers faits des cours d'eau, avancé que ce coefficient devait varier d'une section à une autre avec leurs dimensions, et même, dans chacune, avec les distances des points aux parois, et qu'on devait faire $\varepsilon$ plus considérable pour les sections plus étendues, vu que les tourbillonnements, dont la présence doit influer beaucoup sur la grandeur des frottements, se forment et se développent davantage dans les grandes sections.

» Or il s'agit d'établir les relations qui peuvent exister entre les vitesses et les composantes de pression ainsi entendues.

---

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, vers 1834. — Cette périodicité est ce que les ingénieurs américains appellent le *pouls* de la rivière.

(**) (*Comptes rendus*, 16 février 1846, t. XXII, p. 309.) *Note sur la détermination expérimentale des forces retardatrices, etc.*

(***) *Annales des Mines*, 4e série, t. XX, 1851, p. 219, n° 14 d'un Mémoire : *Formules et Tables nouvelles pour les eaux courantes*, et, déjà, *Comptes rendus*, 26 août 1850, t. XXXI, p. 286.

« 7. Rappelons à cet effet, d'abord, que les formules (1) peuvent être démontrées sans faire, comme Navier et Poisson, une supposition sur la loi des actions entre les molécules, si le coefficient de frottement $\varepsilon$ qui y entre, le même pour toutes les faces et toutes les directions *en un même point* du fluide, est regardé comme *pouvant varier d'un point à l'autre*. On n'a pour cela, comme je le faisais en 1843 (*), qu'à invoquer les relations de cinématique entre les extensions et les glissements en divers sens, dérivant simplement de la continuité qu'observent leurs grandeurs, et les relations tout aussi incontestées de statique entre les composantes de pression sur diverses faces et dans diverses directions en un même point, déduites par Cauchy de l'équilibre d'un élément tétraèdre (**), etc. Il en résulte, en effet, d'abord, qu'à chaque instant il y a, sur toute face intérieure, une direction de plus grand glissement, et, perpendiculairement, une direction de glissement nul; qu'il y a, sur la même face, une direction de plus grand frottement, et, perpendiculairement à celle-ci, une direction de frottement nul. Or, il suffit d'admettre que la direction de glissement nul est aussi celle de frottement nul, et, par suite, que celle de plus grand glissement se confond avec celle de plus grand frottement, ce qui ne saurait être mis en doute dans les fluides, pour établir entre ces deux espèces de quantités les relations dites. Si l'on combine en effet cette simple donnée avec les relations générales de cinématique et de statique que nous venons de rappeler, on trouve qu'en un point quelconque d'un fluide en mouvement les composantes tangentielles $p_{yz}$, sur toute face, sont dans le même rapport avec les vitesses de glissement de même direction $\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}$, que les demi-différences deux à deux des composantes normales telles que $p_{xx}$, sont avec les différences correspondantes des vitesses d'extension telles que $\frac{du}{dx}$ (***).

» En appelant $\varepsilon$ ce rapport, ce coefficient de proportionnalité, quel qu'il soit, constant pour toute face de pression et pour toute direction de composante de pression en un même point, mais dont ce raisonnement n'implique nullement la constance quand on passe d'un point à un autre, on

(*) *Note sur la dynamique des fluides*, 27 novembre (*Comptes rendus*, t. XVII, p. 1240-1243).

(**) *Exercices de Mathématiques*, 2e année (1827), p. 108 à 111.

(***) On peut présenter la démonstration de la manière suivante, aujourd'hui que les doubles relations dont nous parlons sont généralement connues.

Rappelons les formules de changements des directions $x, y, z$ de dilatations ou de compo-

obtient bien les six formules (1) avec $\varepsilon$ pouvant être, comme $p$, fonction des coordonnées de chaque point.

» Or, les relations de cinématique et de statique sur lesquelles cette démonstration s'appuie peuvent encore être posées lorsque le mouvement de la masse fluide est affecté des irrégularités et des complications très-perceptibles dont nous avons parlé ; et la démonstration subsiste, pourvu que $u$, $v$, $w$, $p_{xx}, \ldots p_{xy}$ représentent les vitesses et les pressions que nous avons appelées *moyennes locales*, seules importantes à considérer et à calculer, autour desquelles oscillent à courte période, en grandeur et en direction, les vitesses et les pressions réelles relatives à chaque point et à chaque instant.

---

santes, en d'autres $x'$, $y'$, $z'$ aussi rectangles [(7) et (9) de la 4[e] Leçon de 1852 de Lamé]. Elles donnent, $c_{yy'}$, $c_{xy'}, \ldots$ désignant les cosinus des angles $y$ et $x$ avec $y', \ldots$

1° Quand l'axe des $z'$ se confond avec l'axe des $z$,

$$(d) \qquad p_{z'x'} = p_{zy} c_{yy'} + p_{xz} c_{xy'},$$

$$(e) \qquad \frac{dv'}{dz'} + \frac{dw'}{dy'} = \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right) c_{yy'} + \left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right) c_{xy'};$$

2° Quand l'axe des $x'$ se confond avec celui des $x$,

$$(f) \qquad p_{z'y'} = -(p_{yy} - p_{zz}) c_{yy'} c_{zy'} + p_{yz}(c^2_{yy'} - c^2_{zz'}),$$

$$(g) \qquad \frac{dv'}{dz'} + \frac{dw'}{dy'} = -2\left(\frac{dv}{dy} - \frac{dw}{dz}\right) c_{yy'} c_{zy'} + \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)(c^2_{yy'} - c^2_{xy'}).$$

Prenons maintenant, dans le premier cas, $y'$ dans la direction suivant laquelle la composante $p_{z'y'}$ de la pression sur la face $x'y'$ est nulle. Si l'on admet, comme nous disons, que c'est aussi celle suivant laquelle la vitesse de glissement $\frac{dv'}{dz'} + \frac{dw'}{dy'}$ est nulle, on peut remplacer par zéro les premiers membres des deux premières équations. Il en résule, en éliminant les cosinus par transposition et division,

$$\frac{p_{zy}}{\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}} = \frac{p_{zx}}{\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}}.$$

Prenons, pour le second cas, $y'$ dans la direction pour laquelle la composante, suivant $y'$, de la pression sur la face $xy'$, est nulle. On peut remplacer par zéro les premiers membres des deux dernières équations ; d'où

$$\frac{p_{yy} - p_{zz}}{2\left(\frac{dv}{dy} - \frac{dw}{dz}\right)} = \frac{p_{yz}}{\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}}.$$

Cette égalité et la précédente suffisent, en permutant les axes, pour établir l'égalité sextuple de rapports, relative à chaque point, dont nous parlons.

» En effet, les relations de cinématique [qu'expriment les équations ($e$), ($g$) de la Note qu'on vient de lire] se basent seulement sur la *continuité* avec laquelle sont supposées varier les directions et les grandeurs des vitesses de translation des éléments fluides; et cette continuité, avons-nous dit, existe, du moins quand on excepte les cas de grands tourbillonnements produits par les élargissements brusques ou rapides des sections d'écoulement (*). Quant aux relations de statique qu'expriment les équations ($d$), ($f$), elles se fondent, disons-nous, sur l'équilibre des pressions s'exerçant à travers les quatre faces d'un élément tétraèdre, ou plutôt des pressions qui agissent à travers quatre faces équivalentes et parallèles, se coupant à son centre de gravité. Or, et surtout si l'on donne au tétraèdre des dimensions visibles qui le rendent capable de contenir plusieurs tourbillons (**), et si l'on prend les moyennes des pressions pour un temps fini quoique court, on pourra établir entre elles le même équilibre qu'entre les pressions s'exerçant instantanément sur des faces infiniment petites; en sorte que les mêmes équations ($d$), ($e$), ($f$), ($g$) pourront encore être posées, et les relations (1) se trouveront encore démontrées.

» On peut donc regarder comme une chose acquise que, dans tous les cours d'eau qui ne sont pas par trop tumultueux, ou dans lesquels les vitesses appelées *moyennes locales*, d'où dépend le transport des éléments, varient avec une certaine régularité, les six relations (1) existent, à chaque instant et en chaque point, entre les dérivées de ces vitesses et les composantes, aussi moyennes chacune pour un point, des pressions intérieures qui s'y exercent, le coefficient de frottement $\varepsilon$ étant aussi *local*, ou pouvant varier d'un point à l'autre, et même, si le mouvement n'est pas permanent, d'un instant à l'autre.

» 8. Tout se réduit ainsi, pour établir, au moins d'abord, les équations différentielles *indéfinies* du mouvement intérieur, à déterminer les valeurs diverses à donner à ce coefficient $\varepsilon$ du frottement fluide pour chaque point.

---

(*) Notes de M. Morin aux *Comptes rendus*, 25 avril 1864, t. LVIII, p. 727.

(**) J'ai, dans un Mémoire du 14 avril 1834, et aussi à une Note de l'édition de 1864 des *Leçons de Navier sur la résistance des solides* (Appendice III, § 16, p. 545), ainsi qu'à la 21ᵉ des *Leçons de Mécanique d'après Cauchy*, publiées par M. l'abbé Moigno, démontré, en considérant à la fois deux tétraèdres symétriques ayant le même centre, que le théorème des relations des pressions sur divers plans en un même point était exact jusqu'aux quantités d'un ordre de petitesse supérieur, de deux unités, à celles entre lesquelles on le pose. Les conséquences que nous en tirons peuvent donc être hardiment regardées comme s'appliquant même à de petites faces d'une certaine étendue.

» Deux ingénieurs, bons analystes, l'ont tenté. L'Académie, en louant leurs efforts, et en faisant ressortir, dans leurs travaux, de remarquables accessoires, ainsi que des considérations utiles, n'a point donné son approbation à leurs résultats principaux, relatifs à l'établissement des formules de pressions (*).

» L'un et l'autre raisonnent en effet sur des mouvements fluides supposés continus et réguliers, ou exempts de cette *complication* que Navier signalait judicieusement comme ce qui empêchait ses formules de convenir aux applications ordinaires. Ils partent même tous deux de l'hypothèse de Navier, en vertu de laquelle les actions entre molécules, dans l'état de mouvement, dépendent des vitesses relatives de celles-ci. Ils pensent seulement que Navier *n'a pas poussé l'approximation assez loin*.

» En conséquence, l'auteur du Mémoire *Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement* tient compte des *puissances supérieures* de ces vitesses relatives, dans l'évaluation des actions moléculaires dynamiques; et l'auteur du Mémoire *sur l'Hydrodynamique des liquides homogènes*, se bornant à leurs premières puissances, qu'il pense suffire, tient compte, dans l'évaluation de ces mêmes vitesses, des puissances supérieures et des produits des trois projections des petites distances moléculaires dont elles dépendent; puissances et produits qui sont affectés, dans les développements exprimant les vitesses relatives, *des dérivées d'ordre supérieur des vitesses absolues* $u$, $v$, $w$, par rapport aux coordonnées $x$, $y$, $z$.

» Le premier suppose donc que l'action dynamique de deux molécules, au lieu d'être simplement, comme pensait Navier, le produit d'une fonction de leur distance par leur vitesse relative, doit être exprimée par une somme de termes affectés des puissances 1, 3, 5, 7,... de cette vitesse (car il donne une raison d'exclure les puissances paires). Il calcule, au moyen d'intégrations par coordonnées sphériques, le travail, pendant un temps infiniment petit $dt$, de pareilles forces, s'exerçant du dehors au dedans d'un élément fluide parallélépipède. En l'égalant à une autre ex-

(*) 1° Rapport du 12 février 1872 sur un Mémoire de M. Kleitz intitulé : *Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement*, aux *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 430.

2° Rapport du 8 mars 1869 sur un Mémoire de M. Levy relatif à l'*Hydrodynamique des liquides homogènes*, aux *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 588.

M. Kleitz a donné (comme on voit au Rapport de 1872) une autre démonstration que la nôtre, des formules (1) avec $\varepsilon$ variable. Un extrait de son Mémoire avait été inséré au *Compte rendu* le 10 décembre 1866, t. LXIII, p. 988; et un extrait de celui de M. Levy l'avait été de même le 3 mai 1867.

pression du même travail, composée avec celles (1) des pressions agissant sur les six faces de l'élément, parallèlement à ses arêtes ou aux trois coordonnées, il obtient, lorsqu'on réduit le développement de l'action moléculaire à deux termes affectés l'un de la première puissance, l'autre du cube de la vitesse relative, une équation $\varepsilon_1\psi + \varepsilon_2\psi^2 = \varepsilon\psi$; d'où il tire

$$(2) \qquad \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2\psi,$$

$\varepsilon_1$ et $\varepsilon_2$ étant deux constantes dont la première est la valeur de $\varepsilon$ de Navier et de Poisson, et $\psi$ étant un sextinôme différentiel du second degré, composé de la somme des doubles carrés des trois vitesses d'extension $\frac{du}{dx},\ldots$, et des carrés des trois vitesses de glissement $\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy},\ldots$

» A plus de deux termes, en modifiant son analyse de manière à la rendre plus facile, et en remplaçant les intégrales sphériques autour d'un point, que Navier avait employées, par des sommes S ou $\Sigma$ de composantes d'action, de Cauchy et Poisson, l'on trouve une expression de $\varepsilon\psi$, qui donne

$$(3) \quad \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2\psi + \varepsilon_3\left(\psi^2 + \frac{\psi_1^2}{\psi}\right) + \varepsilon_4(\psi^3 + 211\psi_1^2) + \varepsilon_5(\psi^4 + 427\psi\psi_1^2) + \ldots,$$

$\psi_1$ étant un autre polynôme différentiel, du troisième degré en $\frac{d(u, v, w)}{d(x, y, z)}$, également *isotrope* ou restant le même, quelles que soient les directions choisies pour les coordonnées rectangles $x$, $y$, $z$, et se composant du produit des trois vitesses d'extension, plus le quart du produit des trois vitesses de glissement, moins le quart des trois produits respectifs de chacune de celles-là par les carrés correspondants de celles-ci (*).

» Et le même auteur est porté à penser que $\varepsilon$ pourrait être une fonction non entière de $\psi$ seul, à déterminer au moyen d'une suite d'expériences sur des cours d'eau à mouvement uniforme.

» Le second auteur n'a que des formules linéaires, mais où entrent des dérivées supérieures de $u$, $v$, $w$, comme nous venons de dire; et, au lieu

(*) C'est le dernier terme, pris en signe contraire, de l'équation du troisième degré

$$X^3 - \frac{\psi}{4}X - \psi_1 = 0,$$

qui, dans les liquides, où l'on a $\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0$, donne, pour ses trois racines ou valeurs de son inconnue X, les trois vitesses d'extension *principales*. C'est en calculant des fonctions symétriques de ces trois racines qu'on a pu obtenir les termes en $\psi$ et $\psi_1$ de l'expression de $\varepsilon\psi$ donnant celle (3).

de calculer, comme Navier et Poisson, des résultantes de forces qui peuvent en dépendre, il égale simplement, et de suite, les six composantes de pression à des fonctions linéaires des dérivées de tous ordres de $u$, $v$, $w$ par rapport à $x$, $y$, $z$; puis il réduit à leur juste nombre leurs coefficients indéterminés en exprimant les conditions d'isotropie des six formules.

» Ni l'un ni l'autre de leurs résultats, savamment et habilement obtenus, ne résout aucunement la question proposée (*).

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un ventilateur appliqué à l'aérage des mines.* Mémoire de **M. Guibal.** (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, avec la description et les dessins de mon appareil de ventilation des mines, l'indication des houillères belges, françaises, anglaises et allemandes où cet appareil est en usage; l'Académie verra qu'à la fin de 1871 il avait déjà reçu 169 applications.

» A ces documents, je joins, en outre, les pièces suivantes :

» 1° Un tableau synoptique, indiquant, par des courbes, l'état de la ventilation dans les charbonnages du Hainaut, année par année, de 1840 à 1870, d'après les documents statistiques recueillis par les ingénieurs de l'État; ces courbes font voir qu'à partir de 1861, date de l'apparition de mon ventilateur, la force appliquée à l'aérage a augmenté beaucoup plus rapidement que les années précédentes, en sorte que la production et le nombre de mineurs ayant suivi une progression sensiblement constante, la part de cette force correspondante à chaque tonneau ou à chaque homme s'est trouvée très-sensiblement accrue par son adoption : ce qui prouve que jusque-là, les besoins de ventilation n'avaient pas été suffisamment satisfaits;

» 2° Un tableau numérique indiquant le mouvement des appareils de

(*) Ce sujet a aussi exercé, vers 1833, la sagacité de Savary, Membre de la Section d'Astronomie de l'Académie des Sciences. Il avait entretenu plusieurs de ses confrères de ses recherches d'équations nouvelles des fluides, dans le but d'expliquer mieux les marées. Il a bien voulu me dire, en 1834, que s'il ne publiait pas son travail c'est qu'il n'en était pas satisfait.

J'avoue avoir présenté moi-même, cette année-là, un essai, que j'ai dû bientôt modifier et réduire à ce que donne ma Note citée du 27 novembre 1843 ou de la page 1240 du *Compte rendu*.

ventilation dans le Hainaut, de 1860 à 1870. Ce tableau démontre que, dès que mon ventilateur a été connu, on n'en a plus construit d'après les autres systèmes, puisque le nombre total ne s'est accru, dans cette période, que du nombre des appareils que j'ai fournis; que la force totale de ceux-ci était, en 1870, à peu près égale à celle de tous les autres réunis; enfin, que la force affectée à l'aérage, qui était de 67 chevaux par mille ouvriers, s'est élevée, dans ces deux années, à 136, ce qui donne une juste mesure de l'assainissement que les houillères ont dû éprouver;

» 3° Un tableau comparatif des effets et du prix de revient des principaux appareils de ventilation en usage, tableau qui permet d'apprécier la puissance et l'économie de mon système, relativement aux autres, et justifie la préférence que lui accordent tous les ingénieurs.

» A ces pièces est annexée une Note dans laquelle je me suis attaché à appuyer, par la discussion des faits qu'elles fournissent, ce que je ne pouvais présenter que comme une assertion, savoir, que sauf *une* exception, due à des circonstances tout à fait particulières, aucune des houillères où mon appareil est en usage n'a été frappée jusqu'ici d'explosion de grisou. »

**M. F. Barrot** communique à l'Académie les résultats des observations qu'il a effectuées sur la végétation de l'*Eucalyptus globulus*, en Algérie, près de Philippeville, dans sa propriété, ancien domaine de Salluste.

Quelques milliers d'*Eucalyptus* ont été semés en 1865 et mesurés le 10 novembre 1871. Voici quelques exemples des résultats constatés :

| | Hauteur. | Circonférence à 1 mètre du sol. |
|---|---|---|
| | m | m |
| Un arbre isolé................. | 18,20 | 1,02 |
| » ................. | 16,40 | 1,15 |
| » ................. | 16,40 | 1,14 |
| Une allée (hauteur moyenne)..... | 15,22 | 0,80 minima |
| | | 1,05 moyenne |

L'*Eucalyptus globulus* ou Gommier bleu de la Nouvelle-Hollande, dont on doit la découverte à un ancien membre de l'Académie, Labillardière, offre par conséquent l'exemple d'une végétation tellement rapide, que M. Ferdinand Barrot croit devoir signaler de nouveau, et avec quelque insistance, les grands avantages que l'Afrique française peut en espérer pour son reboisement.

Il met sous les yeux de l'Académie une rondelle du tronc de l'un de

ces arbres, ainsi que des rameaux avec leurs feuilles et des morceaux d'écorce.

(Commissaires : MM. Boussingault, Decaisne, Vaillant, Dupuy-de-Lôme, Phillips.)

M. **Olivier** adresse une Note relative à un procédé destiné à prévenir les accidents produits par le *grisou;* il consiste à provoquer des explosions partielles, en l'absence des ouvriers, à l'aide d'appareils électriques.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

MM. **Lucas et Cazin** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique ».

(Commissaires : MM. Morin, Le Verrier, Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. **Cauvy** adresse l'observation d'un fait d'anévrisme traumatique de l'artère carotide externe gauche, avec complication d'abcès superficiel de la région parotidienne, guéri par la ligature de la carotide primitive du même côté.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Poutret**, M. **Sergent**, M. **Miniac** adressent des Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Erb** adresse une Note relative à un remède contre la phthisie.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Poulain** adresse une Note concernant le travail qu'il a présenté au Concours du prix relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire.

Cette Lettre sera renvoyée à la Commission nommée pour ce Concours.

## CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique** annonce à l'Académie que cette

Compagnie, érigée à Bruxelles sous le titre d' « Académie impériale des Sciences et Belles-Lettres », et instituée en 1772 par lettres patentes de Marie-Thérèse, se propose de célébrer, cette année, le centième anniversaire de sa fondation. Elle invite l'Académie des Sciences à vouloir bien se faire représenter par l'un de ses Membres à cette solennité, qui est fixée aux 28 et 29 mai prochain.

La Lettre sera transmise à la Commission administrative.

PHYSIQUE. — *Spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode.* Note de **M. D. Gernez**, présentée par M. H. Sainte-Claire-Deville.

« Les recherches de Brewster, de W.-H. Miller et de W.-A. Miller ont fait connaître les spectres d'absorption des vapeurs colorées d'acide hypoazotique, de brome, d'iode, d'acide hypochlorique, d'acide chloreux et de perchlorure de manganèse. Ces vapeurs agissent très-énergiquement sur la lumière et, sous une épaisseur de quelques centimètres seulement, elles produisent dans le spectre continu des corps solides incandescents, des systèmes de raies caractéristiques.

» Lorsqu'on examine, à l'aide d'un spectroscope à un seul prisme, l'effet produit par une épaisseur croissante de ces substances, on observe d'abord quelques bandes dont le nombre augmente en même temps que se montrent des raies plus fines et que les bandes primitives se résolvent en groupes de raies très-rapprochées. Ce sont ces bandes ou plutôt les raies les plus saillantes que l'on retrouve, comme je l'ai démontré récemment, dans le spectre des dissolutions de ces corps. Vient-on à augmenter la dispersion du faisceau lumineux à la sortie du liquide, ces bandes s'étalent sur une plus large surface et perdent leur intensité, de sorte que l'on ne gagne rien pour l'observation du spectre d'absorption d'un liquide à se servir d'un spectroscope à plusieurs prismes. Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des vapeurs dont presque toutes les raies sont très-fines et apparaissent d'autant plus distinctement que le faisceau lumineux est plus étalé et que la source d'où il émane est plus intense.

» Cette remarque m'a conduit à reconnaître l'existence des spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. Dans la recherche du spectre d'absorption du chlore, je devais particulièrement me préoccuper d'opérer sur du gaz pur : en effet, le phénomène étant insensible pour une épaisseur de quelques décimètres, comme l'ont démontré les recherches infructueuses d'un certain nombre de physiciens, il fallait employer une colonne

gazeuse de dimensions plus considérables, et comme il suffit d'une très-petite quantité des acides chloreux et hypochlorique pour manifester les raies d'absorption de ces substances, les impuretés du gaz préparé avec l'acide chlorydrique et le bioxyde de manganèse auraient pu, dans les conditions de l'expérience, faire apparaître les raies d'absorption des composés chlorés. Pour détruire ces produits qui ne résistent pas à l'action de la chaleur, j'ai fait passer le chlore sec dans un tube de verre chauffé au rouge.

» En faisant arriver la lumière suivant l'axe d'un tube de $1^m,50$ de longueur rempli sous la pression atmosphérique de chlore ainsi purifié, j'ai pu distinguer très-nettement les raies d'absorption de ce gaz, mais le phénomène présente plus d'éclat dans un appareil d'une plus grande longueur. Celui dont j'ai fait usage se composait de trois manchons de verre de 6 centimètres de diamètre, ajustés bout à bout et formant un tube de $4^m,68$ de longueur : il était fermé à ses deux extrémités par des glaces parallèles. Après l'avoir dressé pour le remplir de chlore par un tube qui amenait le gaz à sa partie inférieure, tandis que l'air s'échappait par une ouverture pratiquée à l'extrémité supérieure, je l'ai disposé horizontalement, et j'ai fait passer suivant son axe un faisceau de lumière de Drummond. Au sortir du gaz, les rayons tombaient sur la fente d'un spectroscope à deux prismes, et donnaient un spectre s'étendant jusque dans le violet et sillonné de raies très-distinctes. Dans la région la moins réfrangible et jusqu'à la place occupée par la raie D, le spectre est continu, mais un peu au delà commence un système de raies qui ne présente aucune analogie avec les raies fines presque équidistantes qu'on observe dans les vapeurs de brome et d'iode. Elles ont un aspect et une intensité variables avec la région du spectre que l'on considère, et s'étendent jusque vers le violet qui est entièrement absorbé dans le cas de la source lumineuse dont il s'agit.

» Le protochlorure d'iode se prête bien plus facilement que le chlore à l'observation des raies d'absorption. A la température de 40 degrés, ce corps donne, sous une épaisseur de 30 centimètres, assez de vapeur pour produire un spectre d'absorption composé d'une vingtaines de raies fines, d'intensité sensiblement égale, et dont la distance diminue très-peu depuis l'extrême rouge où elles commencent jusqu'un peu au delà de la raie D où elles finissent; deux autres raies assez intenses apparaissent dans le jaune, et on n'en distingue pas dans le reste du spectre.

» Ce système de raies, très-différent de celui du chlore, est analogue à ceux du brome et de l'iode, mais il diffère de celui de l'iode par l'absence

de bandes superposées aux raies fines dans le vert, et aussi parce que les raies du chlorure d'iode commencent à se montrer notablement plus près du rouge extrême que celles de l'iode, et ne couvrent qu'une région du spectre bien moins étendue. »

MÉTALLURGIE. — *Sur le fer cristallisé ou brûlé.* Note de **M. H. Caron.**

« On a établi sur les propriétés du fer beaucoup de théories dont plusieurs sont fondées sur des observations imparfaites, qu'on accepte sans les vérifier; cette manière de procéder arrête souvent les progrès de la métallurgie, en détournant de la véritable voie du perfectionnement. J'espère être utile en rectifiant quelques-unes de ces idées trop légèrement admises.

» Un des préjugés les plus enracinés est le suivant : lorsqu'une barre de fer de bonne qualité, nerveuse et résistante, a été portée au blanc soudant et qu'on la laisse refroidir à l'air, sans la marteler, on obtient un métal fragile à chaud comme à froid, dont la cassure présente une cristallisation en lames très-développées. On dit alors que le fer est *brûlé*, et il est généralement admis que le métal a absorbé de l'oxygène. Karsten lui-même, dans son excellent *Traité de métallurgie,* suppose que le fer, en cet état, pourrait bien avoir été transformé en un oxyde inférieur, de composition inconnue. Nous vivons encore aujourd'hui sur cette hypothèse.

» J'ai cru devoir recourir d'abord à l'analyse directe, afin de préciser la cause matérielle de ce phénomène; malgré tous mes soins, je n'ai pu rien découvrir de concluant dans cette voie. Le fer, avant comme après le surchauffage, contient toujours de l'oxygène, du carbone, du silicium (1), etc., etc., mais les proportions, très-faibles d'ailleurs, de ces corps étrangers, n'ont jamais été assez différentes, du bon fer, au fer brûlé, pour que mes analyses m'aient permis d'en tirer des conclusions certaines. J'ai eu recours alors à des expériences directes, dont je viens exposer les résultats.

» Une barre de fer de Franche-Comté, dont la qualité et les propriétés nerveuses (à la cassure) avaient été préalablement vérifiées par tous les moyens en usage, a été coupée en plusieurs morceaux. Les uns ont été chauffés au blanc soudant, dans un feu de forge ordinaire; d'autres, placés dans un tube de porcelaine, ont subi (approximativement) la même température dans un courant soit d'azote, soit d'hydrogène. Après un

---

(1) Bien entendu, je ne parle que du fer contenant ces substances, car il existe des fers complétement purs.

refroidissement semblable, tous les morceaux, sans exception, ont présenté dans leur cassure l'aspect cristallin du *fer brûlé*. Forgés au rouge ou cassés à froid, ils avaient sensiblement les mêmes propriétés et les mêmes défauts; chauffés au blanc soudant, ils ont également et, à peu près, repris leurs qualités primitives. Le fer, dit *brûlé*, s'obtenant à volonté dans des atmosphères oxydantes, inertes ou réductrices, je crois que l'on peut admettre que la détérioration du métal n'est pas due à l'absorption d'un gaz particulier, mais simplement à l'action de la chaleur qui a modifié sa constitution moléculaire.

» On prétend aussi que les vibrations rendent le fer cristallin et cassant. Je ne m'étendrai pas sur ce sujet; les expériences faites sur les chemins de fer, et notamment celles de feu M. de Sénarmont et de M. le Chatelier, ont démontré que les ruptures d'essieux peuvent toujours s'expliquer, soit par la mauvaise forme des pièces, soit par la mauvaise qualité du fer avant sa mise en service.

» Il existe encore un autre préjugé plus accrédité, s'il est possible, mais qui ne semble guère mieux justifié. *Sous l'influence du froid de nos hivers le fer deviendrait cristallin et cassant.* L'origine de cette opinion vient, comme pour les autres, de l'aspect cristallin des barres de fer, essieux ou autres, qui se brisent dans ces conditions de température. Qu'il y ait en hiver plus d'essieux cassés qu'en été, que les membres des hommes et des animaux se brisent plus facilement, c'est incontestable; mais la cause de ces accidents peut très-bien être, pour les uns comme pour les autres, la dureté plus grande du sol, la raideur des articulations, et, en définitive, le choc plus rude subi par les parties exposées. Il n'y a dans tout cela rien qui autorise à supposer que la cristallisation constatée dans les pièces brisées soit la conséquence d'un abaissement de la température. D'ailleurs, pour être juste, il faudrait admettre et prouver qu'une barre de fer cristallisée à — 20 degrés par exemple redevient nerveuse à + 20 degrés.

» En dehors de ces raisonnements, qui suffiraient peut-être pour se rendre compte de l'action du froid sur le fer, j'ai fait les expériences suivantes :

» Plusieurs morceaux de cette barre de bon fer dont j'ai parlé plus haut ont été exposés, pendant plus de quatre mois, dans l'usine frigorifique de M. Ch. Tellier à Auteuil, à des températures variant de zéro à — 18 degrés; d'autres sont restés à l'air pendant les grands froids de l'hiver dernier, c'est-à-dire à 20 degrés environ au-dessous de zéro. J'ai essayé de casser ces barres dans des conditions différentes, soit quand elles étaient froides,

soit quand elles étaient revenues à plusieurs degrés au-dessus de zéro. Tous les échantillons se sont comportés, sous le rapport de la résistance, comme la barre originaire, et n'étaient nullement cristallisés.

» Je ferai remarquer, cependant, que mes expériences n'ont jamais porté que sur le bon fer; il en est autrement pour le mauvais, et je ne puis nier que la fragibilité de ce métal mal travaillé soit augmentée sensiblement par le froid.

» Ce que je viens d'exposer peut se résumer ainsi : toutes les fois que, sous l'influence d'un effort, une barre de fer vient à se briser et que sa cassure est cristalline, on peut être convaincu que cette structure préexistait; elle provenait généralement d'un vice de fabrication, mais elle n'était due ni au travail, ni au froid qu'avait supportés la pièce depuis sa fabrication.

» Si l'on veut bien admettre ce que je crois avoir démontré, on reconnaîtra qu'une grande industrie, obligée de se fournir de nombreuses pièces de forge semblables, ne peut avoir une véritable sécurité, en essayant à outrance, 4 à 5 pour 100 de ces pièces. En effet, comment espérer que le forgeage aura toujours été le même, ainsi que les températures initiales et finales? Sans compter les négligences apportées dans la fabrication ! Il peut donc arriver, même en employant des matières de bonne qualité, que les fers essayés ne représentent pas la moyenne de la résistance de la totalité des barres.

» Ces expériences et ces considérations m'ont amené à étudier les moyens les plus pratiques de revivifier le fer ou l'acier, détériorés par des opérations mal faites, et à essayer de ramener les pièces bien ou mal forgées à un même état, aussi voisin que possible du maximum de résistance.

» On emploie depuis longtemps, dans ce but, le recuit pour le fer, la trempe suivie du recuit pour l'acier; mais ces moyens laissent beaucoup à désirer dans leur mode d'application. Ils sont aujourd'hui coûteux, incertains, souvent insuffisants et, par cela même, peu utilisés, surtout pour les grosses pièces qui en ont le plus besoin. J'ai pensé que des recherches à cet égard pourraient être utiles et intéressantes. Je les ai commencées; malheureusement des réformes économiques, dont l'appréciation m'est interdite, ont arrêté mes expériences déjà avancées. Si l'Académie daignait s'intéresser à mes travaux, je pourrais, je l'espère, compléter prochainement cette Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Des éthers acétiques de la dulcite.* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. A. Wurtz (1).

« La dulcite peut remplir le rôle d'un alcool hexatomique, ainsi que cela résulte de ses combinaisons avec l'acide nitrique et de sa reproduction quand on fixe de l'hydrogène sur la galactose; cependant, à part la dulcite hexanitrique, on n'a obtenu que des éthers neutres dérivés, non de la dulcite, mais de son premier anhydride, la dulcitane (2).

» Ainsi qu'on le verra, on peut obtenir méthodiquement d'un acide organique monobasique plusieurs combinaisons neutres appartenant, soit à la série des éthers de la dulcite, soit à la série des éthers de la dulcitane.

» J'ai opéré, avec l'acide acétique monohydraté, l'acide acétique anhydre et le chlorure acétique. Avec l'acide acétique monohydraté, cristallisable, l'éthérification n'est pas sensible à 120 degrés; il faut, pour avoir une réaction, élever la température entre 180 et 200 degrés. Avec l'acide acétique anhydre, l'action commence régulièrement à 136 degrés; on arrive, jusqu'au dernier terme, à la température de 180 degrés. Le chlorure acétique attaque déjà à froid la dulcite. Voici les composés que j'ai obtenus dans ces différentes réactions.

» *Dulcite diacétique.* — On prend poids égaux de dulcite pulvérisée et d'acide acétique anhydre auquel on ajoute de 12 à 15 fois son poids d'acide cristallisable, et l'on porte le tout à l'ébullition, jusqu'à ce que toute la matière soit dissoute; par le refroidissement il se dépose de petits cristaux que l'on sépare de l'eau mère acide par expression. Deux cristallisations dans l'eau tiède, qui en dissout une assez forte proportion, donnent un produit très-pur. Il se présente sous forme d'écailles cristallines brillantes, fusibles à 176 degrés, température corrigée, volatiles sans laisser de résidu charbonneux quand on en chauffe une petite quantité sur une lame de platine.

» C'est un corps inodore et insipide; sa solution aqueuse a une action très-faible sur la lumière polarisée; son pouvoir rotatoire, dirigé vers la droite, est dans la lumière monochromatique produite par le sodium $[\alpha j] = +0°,47'$ à la température de 14 degrés. Il est soluble dans l'eau tiède, peu dans l'eau froide; l'eau bouillante le saponifie à la longue; les alcalis étendus donnent le même résultat en produisant des acétates et de

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

(2) Berthelot, *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 625; dulcitane dibutyrique, dulcitane distéarique, tétrastéarique, dulcitane dibenzoïque.

la dulcite régénérée, qui paraît mélangée de traces de dulcitane. Il se dissout un peu dans l'alcool, il est presque insoluble dans l'éther. La composition de ce corps, vérifiée par l'analyse et par la saponification au moyen d'une liqueur titrée de baryte, correspond à la formule

$$C^{20}H^{18}O^{16} = C^{12}H^{14}O^{12} + 2C^{8}H^{6}O^{6} - 2C^{4}H^{4}O^{4},$$
$$C^{20}H^{18}O^{16} = C^{12}H^{14}O^{12} + 2C^{4}H^{4}O^{4} - 2H^{2}O^{2}.$$

» *Dulcitane diacétique.* — La liqueur acide provenant de la préparation précédente a été chauffée à 150 degrés pour chasser la majeure partie de l'acide acétique. Il reste dans la cornue un liquide visqueux et acide.

» On le traite par l'éther, qui en sépare de la dulcite diacétique; on agite la liqueur éthérée avec une solution alcaline; le liquide supérieur est évaporé et desséché à l'étuve entre 110 et 120 degrés. Le produit ainsi obtenu est incolore, liquide et très-mobile à 100 degrés; il prend, à la température ordinaire, la consistance et l'aspect d'une huile qui commence à se figer. Chauffé en petite masse, il se volatilise sans résidu charbonneux. Sa solution alcoolique dévie un peu vers la droite la lumière polarisée $[\alpha j] = + 1^{\circ}, 31'$.

» Il possède une saveur amère très-prononcée; il est soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Sa composition correspond à la formule

$$C^{20}H^{16}O^{14} = C^{12}H^{14}O^{12} + 2C^{4}H^{4}O^{4} - 3H^{2}O^{2}.$$

» Par la saponification au moyen des solutions alcalines à 100 degrés, il fournit des acétates et de la dulcitane contenant un peu de dulcite régénérée.

» *Dulcite hexacétique.* — On obtient ce corps en maintenant, pendant six heures à 180 degrés, 1 partie de dulcite et 4 parties d'acide acétique anhydre : la dulcite se dissout rapidement dans ces conditions; par le refroidissement, il se dépose de petits cristaux blancs que l'on purifie en les faisant cristalliser dans l'alcool.

» Ils se présentent alors sous la forme de petites lames cristallines dures, friables, fusibles à 171 degrés, température corrigée, en un liquide très-mobile. Si l'on maintient ce corps fondu entre 200 et 220 degrés, il se sublime en partie sans altération dans sa composition chimique. Seulement, la dulcite acétique ainsi sublimée et cristallisée a pris momentanément quelques propriétés différentes : elle est beaucoup plus fusible entre 130 et 140 degrés; elle a la consistance d'une résine sèche à la température ordinaire; elle paraît également plus soluble dans les dissolvants de la dulcite hexacétique. Peu à peu, elle reprend les propriétés primitives du corps,

et l'on remarque que, du jour au lendemain, les cristaux sublimés, qui étaient transparents et offraient l'apparence de la naphtaline, sont devenus opaques. Fondue à 200 degrés et refroidie brusquement, la dulcite hexatomique présente quelques propriétés qu'on peut attribuer à la trempe : elle est alors en partie amorphe et possède l'apparence d'une résine sèche; elle est beaucoup plus soluble dans les dissolvants à froid. Au bout de peu de temps, il se sépare de ces liqueurs de la dulcite hexacétique cristallisée. Les solutions de dulcite hexacétique exercent une action insensible sur la lumière polarisée. La dulcite hexacétique est insipide, elle est très-peu soluble dans l'eau bouillante, qui la saponifie en partie. Elle est assez soluble dans l'alcool chaud, très-peu dans l'alcool froid, un peu soluble dans l'éther froid. En six heures, 100 parties d'eau à 120 degrés, saponifient totalement une partie de dulcite hexacétique. En régénérant l'acide et la dulcite, les solutions alcalines produisent le même résultat à 100 degrés.

» Sa composition correspond à la formule

$$C^{36}H^{26}O^{24} = C^{12}H^{14}O^{12} + 6C^{4}H^{4}O^{4} - 6H^{2}O^{2}.$$

» *Dulcitane tétracétique.* — Ce composé se forme en même temps que la dulcite hexacétique. On chauffe les eaux mères acides de cette préparation à 150 degrés pour chasser l'excès d'acide; on reprend le résidu par l'éther froid; il se sépare, par l'évaporation, des cristaux de dulcite hexacétique et d'éthers inférieurs de la dulcite; enfin, il reste une huile colorée en brun, que l'on purifie en la lavant à l'eau alcaline, qui en dissout à peine, et la redissolvant dans l'éther. La solution éthérée est décolorée, en la laissant en contact une heure avec de l'oxyde de plomb précipité : on enlève le plomb dissous par l'hydrogène sulfuré. Après plusieurs traitements identiques, on évapore la solution éthérée, et il reste une matière qui a l'aspect d'une résine incolore : c'est la dulcitane tétracétique.

» Ce composé se sublime, sans charbonner, quand on le chauffe en petites masses sur une lame de platine; ses solutions alcooliques dévient à droite la lumière polarisée $(\alpha_j) = +6°31'$. C'est un corps d'une amertume insupportable et très-persistante. Chaud, il a une odeur désagréable. Chauffée à 180 degrés, avec de l'acide acétique anhydre, la dulcitane tétracétique donne de la dulcite hexacétique cristallisée. Elle est très-soluble dans l'alcool et l'éther froid, presque insoluble dans l'eau froide. Les alcalis en solution étendue saponifient ce corps en régénérant l'acide acétique et de la dulcitane mélangée de petites quantités de dulcite. Sa composition répond à la formule

$$C^{28}H^{20}O^{18} = C^{12}H^{14}O^{12} + 4C^{4}H^{4}O^{4} - 5H^{2}O^{2}.$$

» *Dulcite pentacétomonochlorhydrique.* — On traite la dulcite en poudre très-fine par le chlorure acétique en excès dans un appareil à reflux; il est indispensable d'employer ce réactif très-pur et exempt d'acide acétique : la masse se gonfle sans se dissoudre sensiblement. Après six heures d'action, on chasse l'excès de chlorure acide par la distillation, et on dessèche le composé dans le vide : on obtient ainsi la dulcite acétochlorhydrique. C'est un composé instable, d'apparence cristalline. Chauffé avec de l'eau ou de l'alcool, il se dédouble en acide chlorhydrique et en dulcite pentacétique; l'acide acétique déplace également l'acide chlorhydrique avec production de dulcite hexacétique. La formation de ce corps répond à la formule

$$C^{32}H^{23}ClO^{20} = C^{12}H^{14}O^{12} + 5C^{4}H^{3}ClO^{2} - 4HCl.$$

» *Dulcite pentacétique.* — On obtient ce composé par la saponification partielle du précédent; il suffit de le dissoudre dans l'alcool bouillant. Il cristallise alors de la dulcite pentacétique pure, si l'on a évité, dans la préparation précédente, la présence de l'acide acétique libre; autrement, on obtient des mélanges difficilement séparables de dulcite pentacétique et de dulcite hexacétique.

» Les propriétés de ce corps sont presque les mêmes que celles de la dulcite hexacétique. Il en diffère par une moindre solubilité dans l'alcool et dans l'éther; il est un peu soluble à l'eau chaude; ses solutions exercent une action insensible sur la lumière polarisée; son point de fusion est situé vers 165 degrés.

» Chauffé longtemps vers 200 degrés, il se transforme partiellement en dulcitane pentacétique avec séparation d'eau. Ce composé a l'aspect d'une résine solide, cassante, soluble dans l'éther, qui dissout à peine le composé primitif.

» La composition de la dulcite pentacétique répond à la formule

$$C^{32}H^{24}O^{22} = C^{32}H^{23}ClO^{20} + H^{2}O^{2} - HCl.$$

» *Conclusions.* — L'acide acétique et la dulcite fournissent un grand nombre de combinaisons neutres que l'on peut rattacher à deux séries principales et que l'on peut formuler d'une façon générale

$$C^{12}H^{14}O^{12} + nC^{4}H^{4}O^{4} - nH^{2}O^{2},$$

$n$ pouvant prendre toutes les valeurs de 1 à 6 pour la série correspondant à la dulcite; et

$$C^{12}H^{14}O^{12} + mC^{4}H^{4}O^{4} - (m+1)H^{2}O^{2},$$

$m$ pouvant prendre toutes les valeurs de 1 à 5 pour la série de la dulcitane. »

---

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bromhydrates et chlorhydrates d'allylène.* Note de **M. Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« I. L'allylène s'unit directement et d'une manière rapide à froid à l'acide bromhydrique en solution aqueuse très-concentrée et employée en grand excès. L'opération peut s'effectuer aisément sur la cuve à mercure. La rapidité de l'absorption dépend essentiellement de l'état de concentration de l'acide. Avec un acide marquant 66 degrés Baumé, elle est complète, au bout de cinq à six heures, à la température zéro. Si l'on remplace l'allylène à mesure qu'il disparaît, on peut produire d'assez notables quantités de dibromhydrates dans la même cloche, en ayant soin d'employer un grand excès de solution bromhydrique très-concentrée, sans quoi celle-ci, s'étendant à mesure que l'allylène s'unit avec l'acide, s'appauvrirait sensiblement, ce qui amène un ralentissement très-rapide dans la vitesse d'absorption.

» L'huile ainsi obtenue, qui est plus lourde que la solution de l'hydracide, est du dibromhydrate d'allylène mélangé avec une fort petite proportion de monobromhydrate. Soumise à la rectification, elle se résout presque en totalité en un liquide bouillant de 114 à 115 degrés, d'une odeur beaucoup moins suave que celle du bromure de propylène, son isomère. Sa densité est 1,875 à la température de 10 degrés. La potasse alcoolique le détruit en lui enlevant une molécule d'acide bromhydrique et le transforme en monobromhydrate; seulement, cette décomposition s'effectue plus difficilement et d'une manière moins complète que celle du bromure de propylène. En opérant, en effet, de la même manière que pour transformer celui-ci en propylène bromé, l'huile précipitée par l'eau du liquide distillé contient encore une assez forte proportion de dibromhydrate inaltéré, bien qu'on emploie un excès de potasse. Aussi vaut-il mieux, pour préparer le monobromhydrate, chauffer pendant deux ou trois heures à 100 degrés, et en vase clos, le dibromhydrate avec de l'éthylate de soude contenant précisément la quantité de sodium nécessaire pour enlever la moitié du brome. En précipitant par l'eau, lavant et rectifiant deux ou trois fois, on obtient ainsi le monobromhydrate à l'état de pureté.

» La constitution du dibromhydrate d'allylène $C^3H^4, 2HBr$ me semble devoir être représentée par la formule $\begin{matrix} CH^3 \\ CBr^2 \\ CH^3 \end{matrix}$, qui en fait un corps identique avec le méthylbromacétol de M. Linnemann. On verra un peu plus loin les raisons qui me font regarder cette identité comme très-probable. Le

monobromhydrate est alors $\begin{matrix} CH^3 \\ CBr \\ CH^2 \end{matrix}$, isomérique avec le propylène bromé ordinaire $\begin{matrix} CH^3 \\ CH \\ CHBr \end{matrix}$.

» Préparé en effet par la méthode qui vient d'être indiquée, le monobromhydrate constitue un liquide d'une densité de 1,39 à la température de 9 degrés, et bouillant à 48-49 degrés sous la pression de $0^m,740$, le propylène bromé bouillant à 54 degrés. Refroidi convenablement et traité par le brome qu'on y fait tomber peu à peu, il en fixe deux atomes et se transforme en un dibromure $\begin{matrix} CH^3 \\ CBr^2 \\ CH^2Br \end{matrix}$, qui est lui-même isomérique avec le bromure de propylène bromé. Tandis que celui-ci bout, comme l'a observé M. Linnemann et comme je l'ai observé moi-même, à 194-196 degrés, en se colorant et émettant quelques fumées d'acide bromhydrique, le nouveau composé, plus stable, distille parfaitement incolore et sans donner la moindre fumée de HBr, à 5 ou 6 degrés plus bas, c'est-à-dire vers 190 degrés. Il est également isomérique avec l'isotribromhydrine de M. Wurtz (217 degrés) et la tribromhydrine de M. Berthelot (180 degrés).

» Bien que le bromhydrate d'allylène bouille à 5 ou 6 degrés plus bas que le propylène bromé, il m'a paru néanmoins utile, pour mettre son isomérie avec lui hors de doute, de chercher à la démontrer directement par une différence de réaction qui la rendît incontestable. Cette différence, qui montre nettement que ce sont deux composés distincts, est fournie par la manière dont ces deux corps se comportent vis-à-vis de l'acide bromhydrique fumant, en solution saturée à +10 degrés et marquant 66 degrés Baumé à la température +9 degrés.

» 1° Chauffé pendant quatre heures à 100 degrés avec 8 à 10 volumes de cette solution, le monobromhydrate (48-49 degrés) est transformé en dibromhydrate bouillant à 114-115 degrés, sans traces sensibles de bromure de propylène. Le propylène bromé, traité de la même manière par la même solution, donne, au contraire, par suite de la fixation de HBr, un mélange fort riche en bromure de propylène.

» 2° Du monobromhydrate d'allylène (49 degrés) et du propylène bromé (54 degrés) ont été introduits dans deux tubes avec 8 à 10 volumes de la solution bromhydrique à 66 degrés B. On a scellé à la lampe et l'on a abandonné les tubes à eux-mêmes, en les agitant de temps en temps. Au bout de deux heures et demie à trois heures au plus, le monobromhydrate, beaucoup plus léger que l'acide, dont la densité est 1,8, tombe au fond, ce qui

indique une transformation déjà fort avancée. Si l'on distille l'huile formée, tout passe avant 117 et se résout, par une seconde distillation, en grande partie, en dibromhydrate d'allylène pur.

» La combinaison du propylène bromé avec l'hydracide se fait, au contraire, beaucoup plus lentement. L'huile ne commence à tomber au fond qu'au bout de quarante à quarante-cinq heures. En laissant le contact se prolonger pendant cinq jours, on constate, en la soumettant à la distillation, qu'après avoir abandonné une certaine quantité de propylène bromé inaltéré, elle se compose d'un mélange de dibromhydrate d'allylène et de bromure de propylène passant de 125 à 145 environ.

» II. L'allylène s'unit directement avec l'acide chlorhydrique à froid, quand on le met en contact avec une solution, aussi concentrée que possible, de celui-ci; seulement, la combinaison s'effectue beaucoup plus lentement qu'avec l'acide bromhydrique : au lieu de quelques heures, il faut quelques jours. Il se forme un mélange de deux chlorhydrates d'allylène dans lequel le dichlorhydrate domine de beaucoup. L'huile formée, séparée, lavée, séchée et distillée, se résout en effet en grande partie en dichlorhydrate bouillant à 69-70 degrés, comme le méthylchloracétol de M. Friedel, avec lequel je le crois identique. De même, le méthylbromacétol de M. Linnemann (115-118 degrés), quoique bouillant à 2 degrés environ plus haut que le dibromhydrate d'allylène (114-115 degrés), est, suivant moi, identique avec lui, et cette légère différence est probablement due à une impureté contenue dans le méthylbromacétol. Ce qui me le fait croire, c'est le fait suivant, que je considère comme presque décisif.

» Le propylène bromé du méthylbromacétol se comporte avec l'acide bromhydrique comme le monobromhydrate d'allylène, et non comme le propylène bromé. Mis en contact à froid avec un excès de l'acide marquant 66 degrés B., il s'y unit rapidement, tombe au fond au bout de trois heures et se transforme en un bromure $C^3H^6Br^2$ bouillant de 114 à 116 degrés.

» Il en est de même pour le propylène bromé dérivé du bromhydrate de propylène bromé; détruit par la potasse alcoolique, ce bromhydrate (121-122 degrés) donne en effet un propylène bromé passant à la première distillation de 48 à 60 degrés, et qu'il est facile de résoudre presque en totalité en un liquide bouillant à 48-50 degrés, comme le monobromhydrate d'allylène. Il se comporte identiquement, comme lui, dans les mêmes conditions, avec l'acide bromhydrique, et ne fournit que le bromure $C^3H^6Br^2$ (115 degrés). Il y a deux ans, quand, en décrivant le bromhydrate de propylène bromé, j'ai dit que la potasse alcoolique lui enlève HBr en le transformant en propylène bromé, je commettais une erreur pour ainsi dire

inévitable, à moins d'avoir des raisons spéciales d'y regarder de très-près. En effet, le produit de la destruction passant de 50 à 60 degrés, donnant avec le brome un bromure bouillant vers 190 degrés, et enfin le bromhydrate de propylène bromé résultant de l'union directe de l'acide bromhydrique avec le propylène bromé, il était tout naturel, sans rechercher le point d'ébullition de ce produit et sans l'étudier d'une manière spéciale, d'admettre que c'était du propylène bromé ordinaire.

» Si l'on remarque que l'action de l'acide bromhydrique sur le propylène bromé donne deux bromures isomériques dont les proportions relatives varient suivant l'état de concentration de l'acide et probablement aussi dans d'autres conditions, on se trouve amené à pressentir que ces deux bromures s'accompagnent presque toujours, et que le bromhydrate de propylène bromé est probablement un mélange de dibromhydrate d'allylène qui domine et d'un peu de bromure de propylène. C'est ce que j'espère démontrer dans une très-prochaine Communication, dans laquelle je reviendrai sur quelques points à peine indiqués dans celle-ci, et sur les conséquences théoriques qui en résultent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyruvine.* Note de M. SCHLAGDENHAUFFEN, présentée par M. Wurtz.

» J'ai obtenu récemment une glycéride de l'acide pyruvique, en chauffant la glycérine avec l'acide tartrique. La température à laquelle j'ai opéré est supérieure à celle qui est nécessaire pour obtenir la série des acides glycérotartriques. A un moment donné, quand on opère dans une cornue, on voit que le col du récipient se tapisse de jolis cristaux. Le corps nouveau est une glycéride dans laquelle entre le radical pyruvique; l'analyse prouve que le composé renferme $\left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ H^2 \\ C^3H^3O^2 \end{matrix}\right\} O^3$, c'est-à-dire de la pyruvine, dont je donnerai prochainement la description complète. J'ajoute seulement qu'elle se sublime, à la température du bain-marie, en lamelles brillantes, fusibles à 78 degrés, solubles dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, et surtout dans le chloroforme, qui est son meilleur dissolvant. L'eau la dissout en la décomposant. La solution, d'abord neutre, ne tarde pas à rougir le papier de tournesol.

» La pyruvine bout à 242 degrés; le produit en ébullition change de couleur et devient acide. »

BOTANIQUE. — *Le* Cratægus Aronia (*Spach*) *dans ses rapports avec l'Aubépine et l'Azerolier d'Italie.* Note de **M. J.-E. Planchon**, présentée par M. Decaisne.

« La forme d'Aubépine la plus répandue aux environs de Montpellier est un arbuste buissonneux, à fruits ovoïdes ou oblongs, renfermant un seul noyau sous une pulpe insipide. Sans répondre exactement au *Cratægus monogyna* des auteurs, c'est du moins une race monogyne du *Cratægus oxyacantha.*

» Plus élevé de taille, presque toujours formant un petit arbre, plus robuste dans toutes ses parties, l'Azerolier qu'on appelle d'Italie se distingue aisément de l'Aubépine par de gros fruits presque globuleux, de couleur rouge, jaune ou blanche, peu sapides, mais cependant mangeables, renfermant au moins trois noyaux, quelquefois même quatre ou cinq.

» Pour les botanistes, cet Azerolier est le *Cratægus azarolus* de Linné. On le cultive dans les jardins, parfois même sur le bord des vignes et des champs, mais jamais en haie comme l'Aubépine. Egalement fertiles par les graines et se reproduisant d'habitude avec des caractères constants, ces deux types, qui ne varient que par nuances, ont tout l'air d'être des espèces légitimes, la première apparemment sauvage, la seconde domestique ou tout au plus demi-spontanée.

» Entre ces deux soi-disant espèces se présente comme forme intermédiaire un Azerolier assez fréquent dans le midi de la France, où son fruit se mange sous le nom de Pommettes à deux noyaux (*Poumetos de dous closses* dans l'idiome languedocien). L'arbre a la forme générale de l'Azerolier, avec des rameaux moins robustes et moins duveteux, des feuilles plus découpées, passant davantage à celles de l'Aubépine dont les découpures latérales sont plus nombreuses et plus profondes. Ses fruits, presque toujours à deux noyaux (sauf les cas d'avortement), rarement à trois, ont la forme globuleuse à sommet tronqué des Azeroles d'Italie. Ils en ont aussi la chair, le goût aigrelet, non désagréable; ils donnent également par la cuisson une gelée à parfum de vanille; mais leurs dimensions sont deux, trois ou quatre fois moindres, variant entre 10 à 12 millimètres dans leur diamètre transversal.

» Cet Azerolier à deux noyaux n'est pas rare aux environs de Montpellier. Je l'y ai vu surtout fréquemment depuis que M. G. de Saporta a fixé sur lui mon attention, en me le signalant à Narbonne et sur divers points du département de l'Hérault. Lobel (*Adversaria*, p. 443) l'indique, au

seizième siècle, dans le bois de Valène, près de Montpellier, sous le nom de *Mespilus aronia*. Magnol (*Botan. Montp.*, p. 176-177) le signale aussi comme *Mespilus aronia* et comme étant le *Mespilus apiifolio laciniato* du Pinax de Gaspard Bauhin. Gouan (*Hort. reg. Montp.*) en fait le *Cratægus azerolus* de Linné, et c'est sans doute par suite d'une confusion pareille que nos floristes modernes le passent sous silence, ou n'en font qu'un synonyme de l'Azerolier (Gren. et Godr., *Fl. de France*, t. I, p. 568). C'est dans les *Suites à Buffon*, de M. Spach, que nous l'avons trouvé bien décrit sous le nom de *Cratægus aronia*.

» Quelle est, au point de vue de l'espèce, la valeur réelle de cette Azerole? Est-ce une plante autonome, comme semblerait l'indiquer la fertilité de ses graines et la conservation presque absolue de ses caractères par voie de semis? Ceux-là répondraient par l'affirmative qui considèrent comme espèce légitime toute forme qui se perpétue par le semis avec des caractères constants. Mais cette définition arbitraire ferait considérer comme telles de simples races relativement permanentes.

» D'autre part, si notre *Cratægus aronia* était un hybride véritable, c'est-à-dire le produit croisé de deux espèces légitimes, *Cratægus oxyacantha* et *Cratægus azarolus*, on devrait s'attendre à le voir plus ou moins frappé de stérilité. Or l'expérience faite dans les pépinières (notamment chez M. Sahut, à Montpellier) et dans mon propre jardin met hors de doute la fertilité de ses graines.

» Reste une troisième hypothèse, celle qui regarderait le *Cratægus aronia* comme un métis, c'est-à-dire comme le produit fécond de deux races d'une même espèce, races dont l'une, sauvage, serait la forme monogyne du *Cratægus oxyacantha* et dont la seconde (*Cratægus azarolus*, L.) serait la forme très-perfectionnée par la culture de ce même *Oxyacantha*.

» En faveur de cette dernière hypothèse on invoque diverses raisons tirées les unes de l'expérience, les autres de l'analogie.

» En premier lieu, dans un semis de *Cratægus aronia* opéré par M. Sahut, à côté de plus de vingt pieds ayant conservé les traits maternels, il s'en trouve deux qui présentent presque absolument les caractères du *Cratægus Oxyacantha* (*monogyna*). L'auteur du semis nous assure avoir observé des faits semblables dans des semis antérieurs. Il affirme n'avoir pu mêler des noyaux de *Cratægus oxyacantha* à ceux de *Cratægus aronia*, par la raison qu'il n'a pas semé le premier type en même temps que le second, et que les graines des deux sont toujours recueillies séparément. Si l'on admet donc comme pur de tout mélange le semis d'Azerole à deux noyaux fait par ce consciencieux horticulteur, le retour accidentel de ce type vers l'Aubépine

de nos haies indique chez l'*Aronia* une nature métisse susceptible de se trahir brusquement par le retour vers l'un des ascendants (1). Le seul doute qui pèse sur le fait provient de ce que l'expérience n'a pas été établie avec un dessein déterminé : ses résultats ne peuvent donc être admis que sous bénéfice d'une sérieuse vérification.

» Quelques circonstances, néanmoins, favorisent l'hypothèse que l'*Aronia* pourrait être né de l'Aubépine fécondée par l'*Azarolus*. On observe en général les *Aronia* sur les bords des vignes, dans les haies, avec les allures de plantes venues d'elles-mêmes, sans que les propriétaires aient pris soin de les semer. Ils sont assez fréquents aux environs du domaine de Grammont (près Montpellier), dans le voisinage d'un gros *Cratægus azarolus* dont les abeilles doivent disséminer le pollen sur les Aubépines des alentours.

» Enfin la raison qui nous porte à voir dans l'*Aronia* un métis de l'Aubépine et de l'Azerole, c'est le fait pour nous bien établi que certain Pistachier à petit fruit, dont nous indiquerons ailleurs la curieuse synonymie (*Pistacia cappadocica*, Tournef, *Pistacia nemausensis*, Requien, *Pistacia hybrida*, Gasparr.), provient du semis de grosses Pistaches et constitue un métis entre le *Pistacia terebinthus* (père) et le *Pistacia vera* (mère), ce dernier type étant considéré, avec ses variétés diverses, comme une forme dérivée du *Pistacia terebinthus*.

» Au premier abord, il semble extraordinaire de rattacher les formes très-perfectionnées d'arbres à fruits aux types sauvages qui les représentent dans les lieux incultes. Mais lorsqu'on songe aux expériences de M. Decaisne sur les Poiriers, on ajoute moins d'importance à des diversités qui portent sur la dimension, la texture et la saveur des organes plus que sur les caractères profonds. En ce cas, l'existence des métis, conservant sous des traits intermédiaires à ceux des parents une fertilité qui manque aux hybrides entre espèces, devient un argument de plus en faveur de l'identité spécifique des formes extrêmes.

» Ceci soit dit sans préjuger en principe la question de fixité ou de mutabilité de ce qu'on appelle espèce. Tout en croyant dans l'ensemble au transformisme pour expliquer la filiation des types actuels par rapport aux types antérieurs, on est bien forcé, dans la pratique, de considérer comme espèce tout ensemble de formes entre lesquelles le croisement donne des

---

(1) On pourrait objecter, peut-être, que les Aubépines sorties du semis de l'*Aronia* sont des hybrides entre cet *Aronia* et l'*Oxyacantha* considérés comme deux espèces; mais, dans ce cas, le produit aurait les caractères mixtes que présentent les hybrides, au lieu de ce retour brusque vers l'un des parents qui caractérise souvent l'atavisme.

produits féconds. Au moins, dans l'état actuel de nos connaissances, la fertilité des métis, comparée à la stérilité relative des hybrides, est-elle le criterium le plus sûr pour établir la distinction entre l'espèce et la race, deux notions dont on ne peut se passer en histoire naturelle sans aboutir à la confusion : car, entre ceux qui voient l'espèce dans la moindre variation individuelle et ceux qui ne voient dans la nature que des formes en constante évolution, le sens pratique veut que l'on retienne les anciens cadres du groupement des individus, sans condamner en théorie les hypothèses séduisantes du transformisme. »

PHYSIQUE. — *Explications de trois fulgurations dans lesquelles les paratonnerres ont été insuffisants; par* **M. W. de Fonvielle** (1).

M. Henry Wilde, physicien anglais, bien connu de l'Académie par l'invention d'une machine destinée à la production de l'électricité, vient de signaler à ses compatriotes l'influence que les conduites d'eau ou de gaz peuvent exercer sur la direction que suit la foudre. Je ne crois pas nécessaire de protester contre la manière dont M. Wilde prétend établir ses droits de priorité : les miens sont suffisamment solides, grâce à la bienveillance avec laquelle l'Académie a daigné accueillir mes précédentes Communications dans ses *Comptes rendus*. Mais il me paraît utile d'appeler l'attention sur trois sinistres dont M. Wilde n'a point indiqué la cause, et qui s'expliquent parfaitement en faisant intervenir hypothétiquement le mauvais état des chaînes de paratonnerre et l'influence des eaux pluviales, bouchant des conduites de décharge ou établissant des communications temporaires, par l'intermédiaire du sol ou des murailles inondées.

» En 1861, la foudre abandonna le paratonnerre qui protégeait la cheminée d'une filature d'Oldham. Le fluide se porta sur un fil télégraphique situé dans le voisinage de la chaîne du paratonnerre; il en sortit pour se porter sur un compteur de gaz, où eut lieu l'explosion, comme je l'ai signalé à plusieurs reprises. Cette affection de la foudre pour les compteurs semble tenir au défaut de continuité des pièces constituant cet organe, aussi bien qu'à leur masse. La distance franchie par l'étincelle a été de 16 pieds, ce qui est considérable, et semble indiquer que le paratonnerre était tout à fait hors de service. Un incendie fut allumé dans le lieu de l'explosion, qui était un magasin de coton; mais, comme il faisait grand jour, il fut éteint sans difficulté.

(1) *London Edimburgh and Dublin philosophical Magazine*, n° 284, p. 115.

» Un accident analogue se produisit, en 1863, sur l'église de Saint-Paul, située à Kersall-Moor. Cette église était encore pourvue d'un paratonnerre, qui ne fonctionna pas assez pour empêcher la foudre de sauter à distance sur un tuyau de gaz, qu'elle fondit en enflammant un jet. Le choc électrique fut très-violent, car le fluide se fraya une route à travers une muraille où il pratiqua un trou profond de 4 pieds. Les fidèles qui assistaient au prêche reçurent une violente secousse; ceux qui avaient leur chaise au-dessus des conduites de gaz furent surtout électrisés. Ils s'aperçurent que leurs montres étaient devenues magnétiques et qu'il était impossible d'en faire usage dorénavant.

» Le troisième accident est plus récent et eut des suites beaucoup plus funestes. Le 4 janvier dernier, la belle église de Crumpsall, petite ville voisine de Manchester, fut détruite par le feu du ciel.

» L'architecte avait eu la malheureuse idée de se servir du tuyau de décharge des eaux pluviales pour faire passer la tige du paratonnerre, et l'idée plus malheureuse encore de disposer, parallèlement à la gouttière et à peu de distance au-dessous, un long tube destiné à l'alimentation des becs de gaz pour le service intérieur de l'église.

» Il est infiniment probable que le tuyau de décharge se boucha, ou du moins qu'il devint insuffisant pour empêcher que la gouttière ne se remplît et qu'elle ne se trouvât en communication électrique avec le paratonnerre. Comme elle était en présence de l'espèce d'armature que formaient à faible distance les tuyaux de gaz, on comprend facilement ce qui est arrivé. La tige du paratonnerre devint insuffisante, d'autant plus que le mur, probablement humidifié du côté où venait l'orage, facilita la communication entre le paratonnerre et le système des conduites de gaz. L'explosion, qui eut les malheureux effets que nous avons signalés, se produisit, comme toujours, au compteur; au moins la chose est très-probable, car c'est dans la sacristie que se trouve le compteur, et c'est précisément dans cet endroit que l'incendie se déclara.

» Loin d'être un argument contre l'établissement des paratonnerres, que certaine nation n'accepte point encore sans répugnances, ces accidents sont une justification éclatante des principes physiques que l'Académie des Sciences de Paris a solidement établis (1). »

---

(1) Si le bâtiment que l'on arme d'un paratonnerre renferme des pièces métalliques un peu considérables, comme des lames de plomb qui recouvrent le faîtage et les arêtes du toit des gouttières en métal, de longues barres de fer pour assurer la solidité de quelque partie du bâtiment, il sera nécessaire de les faire toutes communiquer avec le conducteur du para-

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Sur l'origine des aurores polaires;* Note de **M. E. H. VON BAUMHAUER**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le *Compte rendu* de la séance du 19 février dernier renferme trois Communications ayant trait à l'origine des aurores polaires, l'une de M. le Maréchal Vaillant, la seconde de M. Tarry, et la troisième de M. Silbermann. C'est à juste titre que ce phénomène, presque journalier dans les régions polaires, provoque de nouveau, depuis quelque temps, l'intérêt des météorologistes et des astronomes; car toutes les explications qu'on en a proposées jusqu'à ce jour ne rendent compte que très-imparfaitement des diverses particularités qui l'accompagnent.

» Qu'il me soit permis, à cette occasion, de rappeler à l'Académie que je me suis occupé de ce sujet il y a déjà près de vingt-huit ans. Dans ma thèse *De ortu lapidum meteoricarum*, (Utrecht, 1844), dont un extrait a été publié dans les *Annales de Poggendorff* (1845, t. LXV, p. 465), j'ai émis, sur l'origine cosmique des aurores polaires, une hypothèse qui, bien qu'elle ait très-peu attiré l'attention des savants, me semble encore la plus simple de toutes, celle qui explique le mieux les apparences du phénomène, ainsi que son influence perturbatrice sur l'aiguille aimantée et sur les lignes télégraphiques.

» Après avoir montré la connexité qui me semble exister entre les planètes proprement dites, leurs satellites, les comètes, les astéroïdes ou étoiles filantes, les bolides, les météorites (qui, pour moi, sont de petites planètes), et la lumière zodiacale (un disque d'astéroïdes ou de matière cosmique autour du Soleil), je m'exprimais, quant à l'aurore polaire, dans les termes suivants :

« Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, ce ne seraient pas seulement des corps solides, mais aussi des brouillards de matière non encore condensée, qui parviendraient dans notre atmosphère. Si, en outre, de la composition chimique des pierres et des masses de fer qui tombent sur la terre, nous pouvons conclure la composition chimique des brouillards de matière non condensée, il est possible, comme les pierres météoriques sont constituées en partie, et les masses de fer météorique presque en entier, par du fer et du nickel, que les brouillards météoriques contiennent également une proportion considérable de ces métaux magnétiques.

---

tonnerre.... Si cette réunion n'avait pas lieu et que le conducteur renfermât quelque solution de continuité ou qu'il ne communiquât pas très-librement avec le sol, il serait possible que la foudre se portât avec fracas du paratonnerre sur quelqu'une des parties métalliques. (*Instruction de* 1823, passage rappelé en 1854 à propos des paratonnerres du Louvre (*Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 1144).

» Que doit-il arriver lorsqu'un pareil brouillard, composé en majeure partie de particules magnétiques, s'approche de la Terre, que nous savons agir comme un grand aimant? Évidemment, il sera attiré vers les pôles de l'aimant, et là, en pénétrant dans l'atmosphère, les particules non oxydées et dans un état de division extrême s'oxyderont en dégageant de la chaleur et de la lumière; il en résultera le phénomène que nous connaissons sous le nom d'*aurore boréale*, et qui pourrait, à tout aussi bon droit, être appelé *aurore australe*, attendu qu'on l'observe également vers le pôle sud. A la production de ce phénomène pourront contribuer aussi les parties de la matière des étoiles filantes qui disparaissent, comme nous l'avons vu, dans l'atmosphère, ainsi que les grandes nébulosités dont les bolides et les pierres météoriques se montrent entourés au commencement de leur apparition, et dont on ne retrouve aucune trace lors de la chute. Cette matière rare et ténue prendra part à la production des phénomènes auroraux, lorsqu'elle entrera dans la sphère d'attraction des pôles magnétiques; les observations des voyageurs dans les régions polaires ont, en effet, suffisamment établi que le siége de l'aurore n'est pas situé aux pôles terrestres proprement dits, mais aux pôles magnétiques de la Terre.

» Divers faits prouvent que ce n'est pas une hypothèse entièrement dénuée de fondement que d'admettre la présence de particules métalliques dans les régions supérieures de l'atmosphère. Plus d'une fois, on a observé des chutes de grêle dans lesquelles les grêlons avaient un noyau métallique, et je présume que le fait se présenterait fréquemment, si l'on se donnait plus souvent la peine d'examiner les grêlons. C'est ainsi, par exemple, que Eversman a trouvé dans des grêlons, tombés à Sterlitamack, dans la province d'Orembourg, en Russie, des octaèdres obtusangles de sulfure de fer, dans lesquels Herman a dosé 90 pour 100 de fer (1). De même, il est tombé, le 21 juin 1821, dans la province de Majo, en Espagne, des grêlons avec noyaux métalliques, où Pictet a constaté la présence du fer au moyen du ferrocyanure de potassium (2). Mais ce qui mérite surtout notre attention, c'est la chute à Padoue, le 26 août 1834, de grêlons avec des noyaux de couleur gris cendré. Ces noyaux, examinés par Cozari (3), consistaient en grains de diverses grosseurs, dont les plus gros étaient attirables à l'aimant et furent trouvés composés de fer et de nickel. L'identité de cette matière avec celle des aérolithes ne peut guère faire l'objet d'un doute. Il serait donc très-intéressant, pour vérifier notre théorie de l'origine des aurores boréales, qu'on pût étudier le sol des régions polaires au point de vue de l'existence du nickel; ce métal ne se trouvant pas en fine poussière dans les autres parties de la surface terrestre, il pourrait être considéré comme un indice assez certain de la présence de matière météorique.

» Cette conjecture au sujet des aurores polaires trouve encore un appui dans les observations de Colla, Wartman et Quételet (4), qui ont montré que l'époque où les aurores boréales sont le plus fréquentes coïncide avec celle où l'on observe le plus d'astéroïdes; en outre, Ritter (5) a cru remarquer dans l'apparition des aurores boréales une périodicité correspon-

---

(1) Gilb., *Ann.*, LXXVI, p. 340.

(2) Gilb., *Ann.*, LXXII, p. 436.

(3) D. L. Cozari, *Annali delle Scienze del regno Lomb.-Veneto*, nov., déc. 1834, dans *New Édinb. Phil. Journ.*, n. XXXVII, p. 83.

(4) *Institut*, 1841, n° 399.

(5) Gilb., *Ann.*, XV, p. 206, et XVI, p. 221.

dant à celle de la chute des pierres météoriques; il est à regretter, toutefois, qu'il ait cherché cette périodicité dans les années qui se distinguent par l'abondance des chutes d'aérolithes et des apparitions d'aurores boréales, au lieu de comparer sous ce rapport les jours isolément (1).

» Dans ce qui précède, j'ai tâché de faire entrevoir la liaison qui paraît exister entre les différents corps et phénomènes qui appartiennent à notre système planétaire; mais je suis très-éloigné de regarder ces divers rapports comme des vérités établies, surtout en ce qui concerne les aurores boréales, dont notre théorie ne peut encore suffisamment expliquer tous les phénomènes, par exemple, l'orientation de l'aurore boréale dans le méridien magnétique, son apparition aux deux pôles de froid septentrionaux (pôles des isothermes), dont un seul est en même temps pôle magnétique, etc. Les recherches ultérieures décideront si cette théorie est fondée ou non; tout ce que j'ai voulu faire, c'est d'essayer de mettre un peu d'ordre dans un vrai chaos. »

» Ces idées, émises à une époque où il était à peine question des petites planètes, découvertes depuis en si grand nombre, parurent alors trop hardies, de sorte qu'elles m'attirèrent une réprimande de la part du grand Berzélius, dans son *Jahresbericht* de 1847, t. XXVI, p. 386. Pourtant, la probabilité de mon hypothèse me paraît plutôt renforcée qu'affaiblie par toutes les recherches postérieures et par toutes les découvertes qui ont été faites en dernier lieu dans cette direction; je citerai, entre autres, la simultanéité des aurores boréales et australes, constatée par le Dr Heis, de Münster; la relation entre les aurores polaires et les essaims d'étoiles filantes, mieux établie aujourd'hui qu'il y a vingt-huit ans; les perturbations dans les lignes télégraphiques, qui non-seulement accompagnent, mais annoncent d'avance les aurores polaires; enfin, et tout spécialement, les observations spectroscopiques, qui ont dévoilé l'identité des raies, principalement de la raie verte, dans la lumière zodiacale et dans la lumière australe (*voir* la Communication de M. Respighi dans le *Compte rendu* du 19 février).

» J'ai encore été raffermi dans mes idées anciennes par la contemplation des belles aurores boréales dont nous avons eu le spectacle ces deux dernières années. En effet, le point du ciel d'où partent les rayons lumineux, ou vers lequel ils convergent, si l'on regarde l'aurore comme émanant de la Terre, est ordinairement un nuage lumineux de forme arrondie, et les rayons qui s'en détachent se dirigent, au moins chez nous, vers le nord, le nord-ouest ou le nord-est. L'impression que j'en ai reçue se conciliait parfaitement avec l'idée qu'un grand amas de fines particules, ou peut-être un

---

(1) *Voir* au sujet des aurores boréales : DE MAIRAN, *Traité de l'aurore boréale*, Paris, 1754, 2e édit.; GEHLER, *Phys. Wörterb.*, à l'art. *Nordlicht*, p. 113; et Fr. ARGELANDER, *Aufforderung an Freunde der Astronomie*, dans SCHUMACHER, *Jahrbuch für* 1844, p. 132.

nuage gazeux cosmique, venait heurter avec une grande vitesse (propre ou résultant du mouvement de la Terre) l'enveloppe élastique de notre globe, savoir l'atmosphère, et que là, arrêté brusquement, il rejaillissait latéralement, s'étendant sur cette sphère élastique, et, finalement, sous l'influence de l'attraction exercée par les pôles de l'aimant terrestre, se dirigeait en majeure partie, sous forme de rayons, vers le pôle boréal.

» De même que l'incandescence des étoiles filantes, des bolides et des météorites est aujourd'hui expliquée par la violente compression de l'air et le dégagement de chaleur qui en est la conséquence, plutôt que par la combinaison des matières cosmiques non oxydées avec l'oxygène de l'atmosphère, de même on peut aussi attribuer à cette cause l'incandescence, et, par suite, les effets lumineux des fines particules cosmiques qui produisent l'aurore boréale.

» En ce moment, où l'aurore polaire et son origine sont de nouveau à l'ordre du jour, j'ai cru qu'il pouvait être utile de rappeler cette hypothèse. Jusqu'ici elle n'a pas été combattue d'une manière sérieuse; si des objections fondées y étaient faites, je serais le premier à l'abandonner. »

CHIMIE. — *De l'action réciproque des acides et des bases alcalines, séparés par une cloison poreuse.* Note de **M. Ed. Landrin**, présentée par M. Fremy.

« Lorsqu'un acide, une base ou un sel en dissolution se diffusent à travers la paroi poreuse d'un vase de Bunsen contenant de l'eau distillée, le système total tend vers un état d'équilibre qui est atteint lorsque les solutions extérieure et intérieure sont également concentrées. La durée de l'expérience, la température et la concentration de la liqueur sont les circonstances principales qui peuvent influencer la marche de l'opération, mais à côté de ces causes générales il en est d'autres qui, rendant à chaque instant le phénomène instable, détruisent l'équilibre qui tend constamment à s'établir entre les deux solutions; c'est ainsi que la formation continue d'un composé insoluble dans le vase poreux détermine le passage complet du sel qui se trouve à l'extérieur de ce vase.

» En étudiant ces diverses causes perturbatrices, nous avons été amené à examiner ce qui se passe lorsqu'on place extérieurement une solution alcaline et intérieurement une solution acide, pouvant donner naissance par leur combinaison à un sel soluble.

» On plaçait dans le vase extérieur un volume déterminé (100 centimètres cubes) d'une solution alcaline, de titre connu, et dans le vase de Bun-

sen, 60 centimètres cubes d'une solution acide, de titre également déterminé. L'expérience durait vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on dosait l'acide et la base non entrés en combinaison, et l'on en concluait, par différence, le poids du sel formé. Le tableau suivant donne une moyenne de nos résultats pour les acides chlorhydrique, sulfurique et azotique.

| NATURE DU CORPS placé dans le vase extérieur. | ACIDE CHLORHYDRIQUE dans le vase intérieur. | | | | ACIDE SULFURIQUE dans le vase intérieur. | | | | ACIDE AZOTIQUE dans le vase intérieur. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Poids du corps placé dans le vase extérieur. | Poids du corps placé dans le vase intérieur. | Poids du sel formé. | Ibid. pour 100 d'acide en sulfate de potasse. | Poids du corps placé dans le vase extérieur. | Poids du corps placé dans le vase intérieur. | Poids du sel formé. | Ibid. pour 100 d'acide en sulfate de potasse. | Poids du corps placé dans le vase extérieur. | Poids du corps placé dans le vase intérieur. | Poids du sel formé. | Ibid. pour 100 d'acide en sulfate de potasse. |
| Potasse............... | 3,989 | 2,492 | 3,561 | 165 | 3,989 | 2,482 | 4,194 | 168 | 3,989 | 2,476 | 3,434 | 119 |
| Soude................ | 3,997 | 2,492 | 3,440 | 205 | 3,997 | 2,482 | 3,098 | 152 | » | » | » | » |
| Carbonate de potasse... | 4,050 | 2,492 | 3,310 | 121 | 4,050 | 2,482 | 3,014 | 124 | 4,050 | 2,476 | 2.599 | 89 |
| Carbonate de soude. .. | 4,020 | 2,492 | 3,182 | 150 | 4,020 | 2,482 | 2,216 | 109 | » | » | » | » |

» Pour rendre nos résultats plus comparables, nous avons calculé, en sulfate de potasse, le poids du sel qui serait formé si l'on employait un poids d'acide représenté par 100; il est clair que, si les nombres ainsi trouvés se rapprochent les uns des autres, l'action chimique a été sensiblement la même dans les expériences considérées. Ceci posé, les résultats trouvés nous montrent: 1° que le poids du sel formé dans chaque expérience est éminemment variable et, par suite, qu'il en est de même pour ce que nous appellerons la vitesse relative de combinaison; 2° qu'il n'est jamais proportionnel aux équivalents des corps employés, car s'il en était ainsi, les nombres calculés devraient être représentés par une même constante; 3° les nombres trouvés pour chaque corps correspondent sensiblement aux attractions électives qu'on leur attribue depuis longtemps; ainsi, la potasse se combine plus énergiquement avec l'acide sulfurique qu'avec les acides chlorhydrique et azotique; 4° dans tous les cas, la vitesse de réaction est moindre pour les carbonates que pour leurs bases respectives; cela résulte, du reste, de ce principe que, dans la réaction d'un acide sur un carbonate, il y a toujours un travail négatif effectué, travail correspondant

au dégagement d'acide carbonique; 5° enfin, et c'est là un des résultats les plus curieux de nos expériences, la soude se combine à l'acide chlorhydrique avec une énergie bien plus considérable que la potasse, énergie tellement grande qu'en très-peu de temps l'acide disparaît dans le vase intérieur. Cette réaction si nette n'expliquerait-elle pas, jusqu'à un certain point, l'abondance si grande du chlorure de sodium à la surface du globe? »

M. L. Kessler adresse, de Clermont-Ferrand, une Note relative à une modification des procédés de dosage de l'azote, à l'état de liberté, dans l'analyse des matières organiques.

L'auteur signale les erreurs considérables auxquelles on est souvent exposé, dans le procédé qui consiste à traiter les matières organiques par la chaux sodée, et à doser l'azote à l'état d'ammoniaque. Il a été conduit à chercher à faciliter la manipulation des procédés dans lesquels l'azote est dégagé et mesuré à l'état de liberté, et il a choisi, de préférence, le procédé de M. Dumas, par l'oxyde de cuivre; seulement, au lieu de recueillir les gaz sur le mercure, il fait usage d'une poche de caoutchouc, disposée entre le tube à combustion et un tube de verre gradué qui doit servir d'éprouvette. Cette poche, formée de deux disques de caoutchouc souple, désulfuré, soudés par leurs bords, reçoit, avant l'expérience, quelques grammes d'une solution de soude caustique, destinée à absorber l'acide carbonique; elle n'est adaptée au tube à combustion qu'après qu'on a pu constater, par des essais successifs, au moyen de petites pochettes analogues, que l'air a été balayé de l'appareil par le courant d'acide carbonique, comme dans la méthode ordinaire. Pendant l'opération, tout l'appareil d'absorption reste plongé sous l'eau, afin d'avoir une garantie contre les fuites ou les phénomènes d'endosmose; et, quand la combustion est complète, il suffit d'agiter jusqu'à ce que le gaz, refoulé progressivement dans le tube gradué, ne diminue plus de volume. Enfin la mesure du volume se fait en ouvrant la poche sous l'eau, pour laisser écouler la solution de soude, et effectuant la lecture sur le tube gradué, avec les corrections ordinaires.

M. E. Robert adresse une Note relative au fait, fréquemment observé, de la fermentation du vin en futailles, à l'époque de la floraison de la vigne.

Il fait remarquer que l'acétification du vin à cette époque, acétification qui porte surtout sur les pièces en vidange, doit sans doute être expliquée par l'abondance des germes du *Mycoderma vini* dans l'atmosphère, au printemps et en été. Les expériences de M. Pasteur permettraient ainsi

d'expliquer, par une coïncidence ordinairement réalisée, une particularité restée jusqu'ici assez mystérieuse.

M. E. Robert adresse une Note relative à la force expansive développée par la congélation de l'eau. Un obus de 50 centimètres de longueur, qui avait été rempli d'eau et fermé, s'est fendu, pendant la nuit du 9 au 10 décembre 1871, dans toute sa longueur, en deux parties à peu près égales.

M. Moison adresse une Note relative à la théorie des fumiers en couverture.

M. P. Guyot adresse une Note relative à la coloration du ciel à Nancy, en février 1872. Cette Note sera transmise à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 mars 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*La stéréochromie. Peinture monumentale par le* Dr J.-N. Fuchs, *de Munich, traduite de l'allemand par* L. D., *et précédée de quelques notes sur la silicatisation appliquée à la conservation des monuments; par* L. Dalemagne. Paris, 1861; in-8°.

*Conservation des membres blessés par armes à feu perfectionnées; par* le Dr E. Lantier. Paris, 1872; br. in-8°.

*De l'opportunité des grandes opérations; par* le Dr Polaczek. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Lyon pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques; par* M. A. Rosenstiehl. 1re Thèse : *Recherches sur la formation du rouge d'aniline et sur quelques dérivés isomères du toluène;* 2e Thèse : *Propositions de physique données par la Faculté.* Strasbourg, 1871; in-4°.

*Éléments de botanique; par* P. ESPARDEILLA. Paris, 1872; 1 vol. in-12, avec planches.

*Sur les couleurs des lames cristallisées dans la lumière polarisée; par* M. ABRIA. Bordeaux, 1872; br. in-8°.

*Lettre à M. de Lablanchère, auteur de l'*Esprit des poissons*; par* F. LECOQ. Versailles, 1872; br. in-8°.

*Analogies entre le choléra et la peste bovine; par* M. DECROIX. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société centrale de Médecine vétérinaire.*)

*Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion, et détermination de la pesanteur à Genève et au Righi-Kulm; par* M. E. PLANTAMOUR. Genève et Bâle, 1872; in-4°.

*Résumé des recherches concernant l'ancienneté de l'homme en Ligurie; par* M. A. ISSEL. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Comptes rendus* du Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.)

*Di alcune ossa umane provenienti dal terreno pliocenico di Savona; Nota del socio* A. ISSEL. Milano, 1868; opuscule in-8°. (Estratto dagli *Atti della Societa italiana di Scienze naturali,* vol. XI.)

*Il telegrafo elettrico ai tempi di Galileo; Nota di* A. I. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

*Note bibliografiche di* A. ISSEL. Genova, 1871; in-8°.

Les neuf brochures suivantes de M. Issel sont adressées par l'auteur au Concours Savigny, 1872.

*Ostriche del porto di Genova; per* A. ISSEL. Torino, 1868; br. in-8°.

*Dei molluschi terrestri e d' acqua dolce raccolti nello arcipelago di Malta; Nota di* A. ISSEL. Pisa, 1868; br. in-8°.

*Descrizione di una scimmia antropomorfa proviniente dall' Africa centrale; per* A. ISSEL. Genova, 1870; br. in-8°.

*Intorno ai Chiton del mare di Genova; di* A. ISSEL. Pisa, sans date; br. in-8°.

*Viaggio nel mar Rosso e tra i Bogos* (1870); *di* A. ISSEL. Milano, 1872; br. in-8°.

*Relazione sommaria del viaggio nel mar Rosso; dei signori* ANTINORI, BECCARI *e* ISSEL. Firenze, 1870; br. in-8°.

*Della fauna malacologica del mar Rosso; del* prof. A. ISSEL. Firenze, 1870; br. in-8°.

*Elenco di conchiglie terrestri e d'acqua dolce dell' Umbria, raccolte dal* prof. G. BELLUCCI *e determinate da* A. ISSEL. Pisa, sans date; br. in-8°.

*Note malacologiche di* A. ISSEL. Pisa, 1870; br. in-8°.

*Della vita e degli scritti di Orazio Ricasoli Ruccellai; studio critico del* prof. Augusto ALFANI. Firenze, 1872; in-12.

*A treatise on attractions, Laplace's functions and the figure of the earth; by* John H. PRATT. London and New-York, 1871; in-12, relié.

*A cuvierian principle in palæontology tested by evidences of an extinct leonine Marsupial* (Thylacoleo carnifex); *by* professor OWEN. London, 1871; in-4°.

*On longevity; by* professor OWEN. London, 1872; br. in-8°.

*Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1869; t. I-II. Berlin, 1870; 2 vol. in-4°.

*Abhandlungen der Königlischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1870; Berlin, 1871; in-4°.

---

### PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1872.

*Annales de chimie et de physique*; novembre et décembre 1871; janvier 1872.

*Annales de l'Agriculture française;* n° de janvier 1872; in-8°.

*Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris;* 3e livraison, 1872; in-8°.

*Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles;* n° 7, 1872; in-4°.

*Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées;* septembre 1871; in-8°.

*Annales du Génie civil;* février 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* nos 6 à 8, 1872; in-4°.

*Annuaire de la Société Météorologique de France;* feuilles 8 à 12, 1872; in-8°.

*Association Scientifique de France;* Bulletin hebdomadaire, n$^{os}$ des 4, 11, 18 et 25 février 1872; in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine;* n° 24, 1871; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;* t. XXXIII, n° 1, 1871; in-8°.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France;* n° 2, 1872; in-8°.

*Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris;* n$^{os}$ 23 à 30, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* décembre 1871; in-4°.

*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale;* 2$^{e}$ série, t. I, n° 1, 1872; in-8° avec atlas in-fol.

*Bulletin de la Société française de Photographie;* n° 12, 1871; n° 1, 1872; in-8°.

*Bulletin de Statistique municipale;* août 1871; in-4°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* n$^{os}$ des 15 et 29 février 1872; in-8°.

*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano;* t. XI, n° 1, 1872; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* n$^{os}$ 6 à 9, 1$^{er}$ semestre 1872; in-4°.

*Chronique de l'industrie;* t. I, n$^{os}$ 1 à 4, 1872; in-4°.

*Gazette des Hôpitaux;* n$^{os}$ 15 à 25, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* n$^{os}$ 6 à 8, 1872; in-4°.

*Journal de photographie;* n$^{os}$ 1 à 3, 1872; in-8°.

*Journal des Sciences mathématiques;* n$^{os}$ 1, 2, 1872; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique;* n$^{os}$ 6 à 9, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture;* n$^{os}$ 148 à 150, 1872; in-8°.

*Journal de l'Éclairage au Gaz;* n$^{os}$ 3, 4, 1872; in-4°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées;* février 1872; in-4°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* février 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* n$^{os}$ 3, 4, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre;* n$^{os}$ 43 à 46, 1872; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences ae Vienne;* n$^{os}$ 1 à 3, 1872; in-8°.

*L'Abeille médicale;* n$^{os}$ 7 à 9, 1872; in-4°.

*L'Art dentaire;* février 1872; in-8°.

*La Santé publique;* n$^{os}$ 114 et 116, 1872; in-4°.

*Le Gaz;* n° 8, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* n° 4, 1872; in-4°.

*Le Mouvement médical;* n$^{os}$ 5 à 8, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* n$^{os}$ 5 à 9, février 1872; in-8°.

*L'Imprimerie;* janvier 1872; in-4°.

*La Revue scientifique;* n$^{os}$ 33 à 35, 1872; in-4°.

*Magasin pittoresque;* février 1872; in-4°.

*Marseille médical;* n° 1, 1872; in-8°.

*Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme;* janvier 1872; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n$^{os}$ 25 à 27, 1871, et n$^{os}$ 1 à 6, 1872; in-12.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* février 1872; in-8°.

*Nouvelles météorologiques,* publiées par la Société Météorologique; n$^{os}$ 1 à 12, 1870; in-8°.

*Répertoire de Pharmacie;* janvier 1872; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* février 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* février 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* n° 4, 1872; in-8°.

*Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle;* n° 20, 1872; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* février 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* n$^{os}$ des 3, 10, 17, 24 février 1872; in-4°.

## *ERRATA.*

(Séance du 26 février 1872.)

Page 571, ligne 20, *au lieu de* éprouvé, *lisez* éprouvés.

Page 572, 3e ligne des formules (1), *au lieu de* ou, *lisez* où.

Page 573, ligne 15, *au lieu de* elle se réduirait, *lisez* elles se réduiraient.

Page 574, ligne 2, *au lieu de* de ces stries où les trajectoires des molécules sont affectées de ces petites....., *lisez* où les trajectoires des molécules sont affectées de ces stries ou petites.....

Page 576, première formule, *au lieu de* $L 2\pi r$, *lisez* $L . 2\pi r$.

Page 589, deuxième ligne, *au lieu de* Herschell, *lisez* Herschel.

Page 594, ligne 28, *au lieu de* par une faible somme d'électricité, *lisez* par une faible source d'électricité.

Page 627, ligne 7, *au lieu de* MM. L. Labbé et E. Guyon, *lisez* MM. L. Labbé et E. Goujon.

---

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Févr. 1872.**

| Dates. | Hauteur du baromètre à midi. | Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Température moyenne de l'air à $13^m,7$. | à $33^m,0$. | Température moyenne du sol à $0^m,02$. | à $0^m,10$. | à $0^m,30$. | Thermomètre noir dans le vide (T − t) (1). | Tension de la vapeur (moyenne du jour). | État hygrométrique (moyenne du jour). | Électricité atmosphérique. | Ozone. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | | | | |
| 1 | 754,6 | -1,3 | 9,6 | 4,1 | -2,1 | 12,0 | 4,9 | 6,4 | » | 3,60 | 3,53 | 4,30 | 4,9 | 5,41 | 71 | » | 0,0 |
| 2 | 752,2 | 5,7 | 8,8 | 7,2 | 5,3 | 9,0 | 7,1 | 5,7 | » | 5,61 | 5,27 | 5,06 | 0,8 | 6,45 | 83 | » | 0,0 |
| 3 | 756,9 | 5,3 | 9,3 | 7,3 | 4,9 | 11,2 | 8,0 | 6,2 | » | 6,19 | 5,99 | 5,79 | 1,2 | 6,58 | 90 | » | 0,5 |
| 4 | 755,6 | 3,3 | 8,0 | 5,6 | 2,7 | 9,3 | 6,0 | 4,5 | » | 5,44 | 5,73 | 6,02 | 1,8 | 5,63 | 90 | » | 2,0 |
| 5 | 752,4 | 2,9 | 11,8 | 7,3 | 2,2 | 13,0 | 7,6 | 8,4 | 8,2 | 6,19 | 5,76 | 5,87 | 2,1 | 6,28 | 73 | » | 0,0 |
| 6 | 754,3 | 8,2 | 11,4 | 9,8 | 7,9 | 12,0 | 9,9 | 9,9 | 9,7 | 7,43 | 7,12 | 6,55 | 0,8 | 7,46 | 80 | » | 0,5 |
| 7 | 757,7 | 7,1 | 11,8 | 9,4 | 6,6 | 12,1 | 9,3 | 9,6 | 9,3 | 8,13 | 7,66 | 7,07 | 1,0 | 7,82 | 85 | » | 0,0 |
| 8 | 757,6 | 8,3 | 11,8 | 10,0 | 7,7 | 12,7 | 10,2 | 8,5 | » | 8,14 | 8,12 | 7,66 | 1,6 | 7,30 | 86 | » | 3,5 |
| 9 | 757,8 | 3,4 | 12,4 | 7,9 | 2,2 | 14,6 | 8,4 | 7,3 | 7,6 | 7,10 | 7,19 | 7,47 | 5,4 | 6,82 | 84 | » | 0,0 |
| 10 | 758,1 | 3,6 | 12,0 | 7,8 | 2,7 | 13,8 | 8,2 | 6,7 | 6,8 | 6,72 | 6,87 | 7,27 | 5,9 | 5,73 | 75 | » | 0,0 |
| 11 | 754,0 | 2,8 | 11,0 | 6,9 | 2,0 | 12,9 | 7,4 | 7,3 | 7,3 | 6,83 | 6,72 | 7,06 | 5,3 | 6,07 | 74 | » | 0,5 |
| 12 | 748,9 | 4,0 | 8,8 | 6,4 | 3,0 | 9,0 | 6,0 | 7,3 | 7,2 | 6,57 | 6,52 | 6,87 | 0,9 | 6,39 | 82 | » | 1,0 |
| 13 | 751,9 | 4,4 | 10,7 | 7,5 | 3,0 | 12,5 | 7,7 | 7,4 | 7,2 | 7,48 | 7,19 | 7,16 | 5,3 | 7,34 | 91 | » | 1,0 |
| 14 | 751,4 | 3,8 | 11,2 | 7,5 | 2,4 | 12,3 | 7,3 | 6,6 | 6,6 | 7,38 | 7,22 | 7,33 | 3,7 | 6,85 | 90 | » | 0,5 |
| 15 | 745,4 | 6,1 | 8,1 | 7,1 | 5,4 | 8,3 | 6,8 | 7,0 | 6,7 | 7,46 | 7,41 | 7,45 | 0,5 | 7,05 | 91 | » | 0,0 |
| 16 | 750,4 | 4,6 | 5,6 | 5,1 | 4,2 | 5,8 | 5,0 | 5,4 | 5,1 | 6,41 | 6,73 | 7,27 | 0,4 | 5,51 | 79 | » | 0,0 |
| 17 | 756,5 | 4,3 | 9,9 | 7,1 | 3,4 | 10,4 | 6,9 | 6,9 | 6,5 | 6,57 | 6,62 | 6,97 | 1,1 | 6,24 | 82 | » | 6,0 |
| 18 | 756,1 | 4,0 | 11,2 | 7,6 | 3,4 | 12,8 | 8,1 | 6,8 | 6,7 | 6,92 | 6,79 | 7,11 | 4,8 | 5,80 | 76 | » | 10,0 |
| 19 | 755,0 | 6,0 | 9,9 | 7,9 | 5,3 | 10,0 | 7,6 | 8,5 | 8,0 | 7,32 | 7,21 | 7,22 | 0,9 | 6,91 | 81 | » | 3,5 |
| 20 | 757,0 | 6,5 | 11,2 | 8,8 | 5,9 | 12,0 | 8,9 | 7,8 | 7,6 | 7,99 | 7,79 | 7,55 | 2,9 | 6,52 | 78 | » | 4,5 |
| 21 | 759,8 | 4,0 | 10,6 | 7,3 | 3,9 | 12,9 | 8,4 | 5,6 | 5,2 | 6,89 | 7,16 | 7,61 | 6,4 | 5,92 | 79 | » | 0,0 |
| 22 | 762,6 | 4,7 | 10,1 | 7,4 | -0,2 | 11,8 | 5,8 | 5,2 | 5,3 | 6,37 | 6,54 | 7,30 | 5,4 | 5,63 | 80 | » | 1,5 |
| 23 | 754,6 | 4,3 | 10,5 | 7,4 | 1,6 | 11,1 | 6,3 | 5,9 | 5,7 | 6,30 | 6,34 | 7,06 | 1,7 | 6,19 | 85 | » | 0,0 |
| 24 | 749,6 | 5,7 | 13,1 | 9,4 | 5,3 | 13,8 | 9,5 | 9,9 | 9,6 | 8,28 | 7,71 | 7,31 | 1,0 | 8,42 | 88 | » | 4,5 |
| 25 | 748,1 | 9,6 | 14,0 | 11,8 | 9,0 | 14,4 | 11,7 | 10,1 | 9,8 | 9,22 | 8,90 | 8,22 | 1,0 | 8,24 | 85 | » | 7,5 |
| 26 | 745,7 | 6,7 | 11,7 | 9,2 | 6,5 | 13,8 | 10,1 | 8,3 | 7,8 | 8,78 | 8,58 | 8,43 | 2,2 | 6,73 | 79 | » | 12,0 |
| 27 | 759,5 | 2,4 | 4,9 | 3,6 | 1,8 | 5,5 | 3,6 | 2,4 | 2,1 | 6,08 | 6,93 | 8,02 | 2,7 | 3,44 | 61 | » | 5,0 |
| 28 | 761,6 | -1,3 | 4,8 | 1,7 | -2,6 | 6,4 | 1,9 | 1,1 | 1,0 | 4,64 | 5,21 | 6,87 | 7,8 | 3,66 | 71 | » | 0,0 |
| 29 | 757,4 | -0,6 | 9,3 | 4,3 | -1,6 | 9,4 | 3,9 | 6,9 | 6,8 | 5,70 | 5,50 | 6,29 | 1,1 | 6,62 | 85 | » | 1,5 |
| Moy. | 754,6 | 4,4 | 10,1 | 7,3 | 3,5 | 11,2 | 7,3 | 6,9 | » | 6,82 | 6,77 | 6,97 | 2,8 | 6,38 | 81,2 | » | 2,3 |

(1) La valeur T — *t* exprime la différence des températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, *t*, est à boule de verre incolore, et l'autre T, à boule de verre bleu noir.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Févr. 1872.

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. | | | Pluie. | | Évaporation. | Vents. | | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Terrasse (1). | Cour. | | Direction et force. | Nuages. | | |
| | ° ′ | ° ′ | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.41,4 | 65.42,6 | 4,4998 | » | » | » | S modéré. | S | 0,4 | Gelée blanche. |
| 2 | 33,6 | 40,9 | 4,5072 | » | » | 2,2 | SSO faible. | SSO | 1,0 | Pluie le soir. |
| 3 | 35,3 | 40,9 | 4,5163 | » | » | 2,4 | SSO faible. | SSO | 0,7 | Brouillard. |
| 4 | 37,5 | 41,3 | 4,5162 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | SE faible. | » | 0,5 | Brillante aurore boréale. |
| 5 | 33,3 | 44,7 | 4,6150 | » | » | 2,2 | SSE faible. | » | 0,9 | Halo à 9ʰ du matin. |
| 6 | 36,3 | 42,6 | 4,5182 | 0,2 | 0,1 | 2,7 | SSE faible. | » | 1,0 | Pluie dans la nuit. |
| 7 | 30,8 | 43,0 | 4,5162 | 0,7 | 0,8 | 3,8 | SSE faible. | S | 1,0 | Id. |
| 8 | 31,7 | 41,0 | 4,5114 | 4,6 | 4,9 | 2,5 | SSE faible. | S | 0,7 | » |
| 9 | 32,3 | 41,4 | 4,5033 | » | » | 4,4 | SSE faible. | SSO | 0,2 | Brumes à l'horizon. Rosée. |
| 10 | 31,6 | 41,1 | 4,5093 | » | » | 4,0 | SE faible. | S | 0,2 | Gelée blanche. |
| 11 | 31,2 | 41,2 | 4,5050 | » | » | 3,3 | SE faible. | » | 0,4 | Id. |
| 12 | 30,6 | 42,6 | 4,5072 | » | » | 4,2 | SE faible. | S | 0,9 | Pluie le soir. |
| 13 | 32,0 | 41,9 | 4,5230 | 0,4 | 0,6 | 2,9 | ESE faible. | » | 0,5 | Brouillard. |
| 14 | 34,2 | 40,8 | 4,5031 | 0,2 | 0,2 | 3,4 | ESE faible. | » | 0,5 | Orage au SE de 6ʰ 45ᵐ à 8ʰ S. |
| 15 | 35,5 | 41,2 | 4,5130 | 3,3 | 3,4 | 8,0 | N faible. | » | 1,0 | Pluie le matin. |
| 16 | 36,3 | 39,4 | 4,4943 | 0,2 | 0,3 | 7,9 | ONO faible. | ONO | 1,0 | » |
| 17 | 35,7 | 39,8 | 4,4960 | 0,0 | 0,0 | » | SSO modéré. | OSO | 0,8 | Halo à 8ʰ 30ᵐ soir et à minuit. |
| 18 | 35,6 | 39,8 | 4,5000 | » | » | » | S modéré. | SO | 0,4 | Nébuleux. Halo dans la soirée. |
| 19 | 33,9 | 41,8 | 4,4990 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | SSO faible. | SO | 1,0 | Pluvieux. |
| 20 | 47,0 | 41,7 | 4,4931 | 0,6 | 0,5 | » | SO faible. | SO | 0,7 | Halo à 6ʰ du soir. |
| 21 | 33,6 | 42,9 | 4,5002 | » | » | 0,9 | ONO faible. | O | 0,2 | Gelée blanche. |
| 22 | 32,4 | 42,3 | 4,5153 | » | » | » | SSE faible. | S | 0,5 | Gelée blanche. Halo. |
| 23 | 32,2 | 40,8 | 4,5094 | 1,2 | 1,5 | » | SSO modéré. | SO | 0,9 | Pluvieux. Halo. |
| 24 | 33,4 | 40,2 | 4,5028 | 3,9 | 4,5 | » | SO modéré. | SO | 1,0 | Pluvieux. |
| 25 | 35,5 | 41,3 | 4,5126 | 0,4 | 0,5 | » | SO assez fort. | SO | 0,8 | Id. |
| 26 | 34,7 | 42,1 | 4,5022 | 8,0 | 8,5 | » | O modéré. | NO | 0,9 | Id. |
| 27 | 36,3 | 42,6 | 4,5100 | 0,9 | 0,9 | » | NE modéré. | NE | 0,8 | » |
| 28 | 35,8 | 41,2 | 4,5176 | » | » | » | SE faible. | » | 0,0 | Brumes. Gelée blanche. |
| 29 | 33,3 | 43,3 | 4,5095 | » | » | » | SSO modéré. | SO | 0,9 | » |
| Moy. | 17.34,6 | 65.41,6 | 4,5112 | 24,6 | 26,7 | » | | | 0,68 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Février 1872.**

*Résumé des observations régulières.*

Les moyennes comprises dans la dernière colonne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

| | $8^h$ M. | $9^h$ M. | Midi. | $3^h$ S. | $6^h$ S. | $9^h$ S. | Minuit. | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 754,69 | 754,94 | 754,58 | 753,94 | 754,27 | 754,40 | 754,50 | 754,60 |
| Pression de l'air sec | 748,85 | 748,90 | 747,76 | 746,66 | 746,73 | 747,99 | 748,32 | 748,24 |
| Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne | | | | | | | | 7°,3 |
| » » du jardin | | | | | | | | 7,3 |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | 5,02 | 5,97 | 8,95 | 9,89 | 8,59 | 7,42 | 6,40 | 7,18 |
| » (jardin) | 4,83 | 5,95 | 9,52 | 10,19 | 8,50 | 7,19 | 6,15 | 7,20 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | 4,57 | 5,64 | 9,07 | 9,79 | 8,05 | 6,91 | 5,88 | 6,87 |
| Thermomètre électrique ($13^m$,7) | 4,71 | 5,55 | 8,86 | 9,80 | 8,23 | 7,10 | 6,07 | 6,89 |
| » ($33^m$,0) | 4,29 | 5,07 | 8,53 | 9,80 | 8,10 | 6,90 | 5,84 | 6,58 |
| Thermomètre noir dans le vide, T | 5,42 | 10,78 | 18,12 | 14,99 | 7,93 | 6,76 | 5,62 | 10,32 |
| Thermomètre nu dans le vide, *t* | 4,68 | 7,83 | 13,00 | 12,06 | 7,76 | 6,62 | 5,44 | 8,22 |
| Excès (T — *t*) | 0,74 | 2,95 | 5,12 | 2,93 | 0,17 | 0,14 | 0,18 | 2,10 |
| Température moyenne T′ déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S. | | | | | | | | 12,95 |
| Température moyenne (T — *t*′) | » | | » | | » | | ....... | 2,79 |
| Température du sol à $0^m$,02 de profond$^r$. | 5,70 | 6,07 | 7,66 | 8,15 | 7,39 | 6,97 | 6,58 | 6,82 |
| » $0^m$,10 » | 6,18 | 6,18 | 6,68 | 7,36 | 7,46 | 7,21 | 7,00 | 6,77 |
| » $0^m$,30 » | 6,89 | 6,89 | 6,84 | 6,81 | 6,96 | 7,06 | 7,10 | 6,97 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 5,84 | 6,04 | 6,82 | 7,28 | 7,54 | 6,41 | 6,25 | 6,38 |
| Etat hygrométrique en centièmes. | 87,5 | 83,6 | 74,6 | 76,4 | 80,7 | 81,5 | 85,2 | 81,2 |
| Inclinaison magnétique 65°+ | 41′,30 | 41′,60 | 41′,05 | 40′,48 | 40′,01 | 40′,34 | 41′,00 | 41′,00 |
| Déclinaison magnétique 17°+ | 34,52 | 34,59 | 40,49 | 39,89 | 36,97 | 35,41 | 33,67 | 36,04 |
| Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)] | | | | | | | | 24,6 |
| » (udomètre du jardin) | 9,2 | 2,6 | 0,6 | 1,6 | 8,1 | 4,5 | 2,7 | 29,3 |

La valeur T — *t* exprime la différence de températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, *t*, est à boule de verre incolore, et l'autre, T, à boule de verre bleu noir.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'hydrodynamique des cours d'eau* [suite (*)]; *par* M. DE SAINT-VENANT.

» 9. D'abord, les analyses de ces deux auteurs supposent, disons-nous, que les mouvements effectifs des molécules sont réguliers, ou que $u$, $v$, $w$ représentent les vitesses *réelles* de chaque molécule. Elles ne sauraient donc s'appliquer lorsque les mouvements sont tumultueux, et que $u$, $v$, $w$ ne désignent plus que les vitesses moyennes locales ou de translation des centres de gravité d'éléments finis : car les expressions qu'ils prennent pour représenter les forces en fonction de $u$, $v$, $w$ ne formeraient alors qu'une partie tout à fait minime des actions résistantes se trouvant en jeu, la partie la plus grande étant certainement due aux mouvements relatifs visibles s'effectuant avec les vitesses, souvent considérables, des portions tourbillonnantes qui glissent brusquement les unes contre les autres. Or, dans le cas de régularité et de continuité, qui exclut ces mouvements-là, nous avons vu que les formules sont toutes trouvées : ce sont, d'après l'expérience même,

---

(*) *Voir* les deux séances précédentes (26 février, p. 570-577, et 4 mars, p. 649-657).

celles (1) avec $\varepsilon$ constant, instaurées par Navier et affectées de ces seuls termes différentiels du premier degré et du premier ordre qui donnent (ainsi qu'on pouvait le prévoir) une approximation suffisante, sans en faire désirer d'autres.

» Ensuite, l'analyse délicate du premier auteur ne fournit, même à son point de vue, qu'un résultat incomplet et par conséquent trompeur. Il veut tenir compte des termes de *degré* supérieur en $\frac{d(u, v, w)}{d(x, y, z)}$; mais il emploie, pour son calcul, l'expression connue de la vitesse relative de deux molécules, qui est le produit de leur distance l'une de l'autre par la somme des six vitesses d'extension et de glissement dans les sens de $x$, $y$, $z$ multipliées respectivement par les carrés et les produits deux à deux des cosinus des angles que cette distance fait avec les mêmes coordonnées. Or cette expression, exacte quand on se tient au premier degré, cesse de l'être quand les termes de degré supérieur sont capables d'influer : elle devrait, pour être complète, en contenir des autres degrés, puisqu'elle résulte de l'excès, sur la distance des deux molécules au commencement d'un instant, de leur distance à la fin; et cette deuxième distance est exprimée par un radical qui, développé, donnerait des termes de tous les degrés. La vitesse d'extension elle-même, dans le sens $x$, n'est pas seulement $\frac{du}{dx}$, elle est $\frac{du}{dx} + \frac{1}{2}\left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dw}{dx}\right)^2$. Les vitesses de glissement ne sont plus des binômes tels que $\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}$, mais ces binômes augmentés de termes de degré supérieur au premier (*)

» L'expression de $\varepsilon\psi$ qu'il trouve, et qui donne celle (2) ou (3) en divisant par $\psi$, manque donc d'une foule de termes non linéaires pouvant être aussi influents que ceux qui s'y trouvent. Et il y a plus : les formules (1) elles-mêmes, où il suppose qu'on met ensuite pour $\varepsilon$ l'expression ainsi déterminée, sont incomplètes; et les démonstrations que nous en donnons et qu'il en donne ne sont rigoureuses qu'autant qu'on se tient aussi aux termes du premier degré en $\frac{d(u, v, w)}{d(x, y, z)}$. Si l'on voulait avoir des formules de composantes de pression contenant tous les termes différentiels de degré supérieur qui sont susceptibles d'y entrer, il faudrait s'y prendre autrement, à savoir : égaler $p_{xx}$ et $p_{yz}$ à des polynômes composés avec ces divers

(*) *Formules des augmentations*, etc., au *Journal des Mathématiques*, t. XVI, 1871, n° 2 (p. 279), formules ($d$).

termes jusqu'au degré où l'on voudrait s'arrêter, puis, au moyen de changements de coordonnées (pouvant se réduire à des inversions et à de petites rotations), astreindre leurs coefficients constants et indéterminés à ce que les expressions où ils entrent soient isotropes, ou restent les mêmes pour tous les systèmes d'axes (*).

» Quant aux formules de composantes de pression du second auteur cité, contenant, au premier degré seulement, des termes de tous les ordres différentiels, elles sont complètes, sans doute, sous ce rapport, puisqu'il les dresse précisément comme nous venons de dire que devraient être dressées les formules à termes de divers degrés. Mais, quand il essaye d'en faire une application, l'intégration des équations qui en résultent donne plus de fonctions arbitraires, ou (dans deux cas simples) de constantes que les conditions du problème n'en peuvent déterminer, ce qui offre un danger d'explications fausses fournissant tout ce qu'on veut. Il est obligé d'imaginer une condition de plus, et il est même conduit, pour avoir un résultat nouveau, à négliger un terme du premier ordre devant un du troisième, qui devrait au contraire être regardé comme moins influent, etc. Ces termes d'ordre supérieur viennent, avons-nous dit, d'une mise en compte des carrés et produits des trois projections des distances moléculaires dans le développement de Taylor des vitesses relatives des molécules. Or cette embarrassante complication, fertile en illusions seulement, n'a pour l'exactitude aucune utilité. C'est avec raison que Navier et Poisson n'ont tenu compte que des premières puissances, tant des distances dans le développement des vitesses relatives, que de ces vitesses elles-mêmes, une fois évaluées, dans le calcul des actions moléculaires; ces actions n'ayant des valeurs sensibles qu'à des distances excessivement petites. Si l'on voulait exprimer les vitesses relatives réelles ou individuelles, et les actions, aussi réelles, qui ont lieu dans les mouvements plus compliqués des centaines de termes ne seraient pas de trop, et n'atteindraient même aucun but, puisque ces mouvements, que nous appelons *irréguliers*, changent d'un instant à l'autre, et même rapidement.

» Il est d'ailleurs facile de voir que les formules avec termes différentiels, soit de degré supérieur, soit d'ordre supérieur, donnent, si ces termes sont

(*) Ainsi qu'il a été fait, jusqu'au second degré, dans la Note première à la suite du Mémoire *Sur l'influence du frottement*, etc., de M. Boussinesq, que l'Académie a approuvé. (*Journal des Mathématiques*, 1868, t. XIII, p. 423.)

supposés influents, des résultats contraires aux expériences citées de Poiseuille (*).

---

(*) En effet, d'abord, avec la formule (2) $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \psi$ de M. Kleitz, comme, pour le tube dont il a été question à la note du n° 5 ci-dessus, on aurait $\psi = \left(\frac{du}{dr}\right)^2$, l'équation ($a$) de cette note serait

$$(a') \qquad \varepsilon_2 \left(\frac{du}{dr}\right)^3 + \varepsilon_1 \frac{du}{dr} + \frac{\rho g I r}{2} = 0,$$

qui donne, si l'on suppose $\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$ très-petit,

$$(a_1) \qquad \frac{du}{dr} = -\frac{\rho g I r}{2\varepsilon_1} + \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\left(\frac{\rho g I r}{2\varepsilon_1}\right)^3 - 3\left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\right)^2\left(\frac{\rho g I r}{2\varepsilon_1}\right)^5 + \ldots$$

En intégrant de manière à avoir $u = 0$ aux parois, ou pour $r = R$, on obtient

$$(b') \qquad u = \frac{\rho g I}{4\varepsilon_1}(R^2 - r^2) - \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\left(\frac{\rho g I}{2\varepsilon_1}\right)^3 \frac{R^4 - r^4}{4} + \frac{\varepsilon_2^2}{\varepsilon_1^2}\left(\frac{\rho g I}{2\varepsilon_1}\right)^5 \frac{R^6 - r^6}{2} - \ldots,$$

d'où, pour la vitesse moyenne,

$$(c') \qquad U = \frac{1}{\pi R^2}\int_0^R u \,.\, 2\pi r\, dr = \frac{\rho g}{2\varepsilon_1}\frac{IR^2}{4} - \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\left(\frac{\rho g}{2\varepsilon_1}\right)^3 \frac{I^3R^4}{6} + \frac{3\varepsilon_2^2}{\varepsilon_1^2}\left(\frac{\rho g}{2\varepsilon_1}\right)^5 \frac{I^5R^6}{8} - \ldots,$$

nullement d'accord avec les expériences, qui donnent U proportionnel à I et à $R^2$, à moins de faire $\varepsilon_2 = 0$.

En second lieu, avec les expressions de M. Levy on aurait pour le frottement sur la surface du cylindre fluide de rayon $r$, $x$ étant la coordonnée longitudinale, $\varepsilon'$ et $\varepsilon''$ deux coefficients constants, une expression

$$(a'') \qquad p_{rx} = \varepsilon'\left(-\frac{du}{dr}\right) + \varepsilon''\left(-\frac{d^3u}{dr^3}\right).$$

Intégrant l'équation de non-accélération $p_{rx} = \frac{\rho g I r}{2}$, puis déterminant une des trois constantes de manière que $u = 0$ pour $r = R$, et appelant C′ et C″ les deux autres, on a

$$(b'') \quad u = \frac{\rho g I}{2\varepsilon'}\left[\frac{R^2 - r^2}{2} + C'\left(\cos r\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}} - \cos R\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}}\right) + C''\left(\sin r\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}} - \sin R\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}}\right)\right],$$

d'où la vitesse moyenne

$$(c'') \quad U = \frac{\rho g I}{2\varepsilon'}\left\{\begin{aligned} &\frac{R^2}{4} + C'\left[-\frac{2\varepsilon''}{\varepsilon'}\frac{1}{R^2} + \left(\frac{2\varepsilon''}{\varepsilon' R^2} - 1\right)\cos R\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}} + \frac{2}{R}\sqrt{\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}}\sin R\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}}\right] \\ &+ C''\left[\frac{2}{R}\sqrt{\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}}\left(1 - \cos R\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}}\right) + \left(\frac{2\varepsilon''}{\varepsilon' R^2} - 1\right)\sin R\sqrt{\frac{\varepsilon'}{\varepsilon''}}\right]\end{aligned}\right\}.$$

Cette expression donne bien U proportionnelle à la *pente* $I = \frac{H}{L}$, mais non à $R^2$, car les

» Il n'y a donc nulle nécessité d'adopter des formules d'une si étrange complication (*).

» **10.** Il convient, comme on voit, de s'en tenir aux six formules (1) du n° 2, $p_{xx} = p - 2\varepsilon \frac{du}{dx}, \ldots, p_{yz} = -\varepsilon\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right), \ldots,$ où les dérivées des vitesses $u$, $v$, $w$ ne sont que du premier ordre et n'entrent qu'au premier degré.

» Et c'est dans une tout autre direction que celle des travaux analytiques qui supposent la régularité des mouvements, comme ceux que nous venons de discuter, qu'il convient de chercher les valeurs diverses à attribuer au coefficient de frottement $\varepsilon$ pour les divers points des cours d'eau ordinaires, où les mouvements, plus ou moins tumultueux, n'offrent de variations continues que dans les vitesses moyennes locales, ou de translation des groupes, vitesses dont, alors, les $u$, $v$, $w$ expriment les trois composantes en chaque point.

» Pour faire cette recherche, examinons les diverses causes pouvant influer sur la formation des tourbillons troublant la régularité des mouvements individuels des molécules. Nous reconnaîtrons que la rugosité variable des parois où ils prennent naissance n'y contribue pas seule, et que les dimensions plus ou moins grandes des sections transversales, où ils se développent, y ont forcément une part considérable.

---

termes affectés de C′ et de C″ deviennent même extrêmement grands quand le rayon R du tuyau est très-petit, comme il l'était dans les expériences citées. Il faut, pour y satisfaire, comme on voit, faire C′ et C″ nulles, c'est-à-dire égales à ce qu'il faudrait pour que la formule ($a''$) du frottement se réduisît à son premier terme $-\varepsilon_1 \frac{du}{dr}$, trouvé par Navier.

(*) Nous n'avons pas besoin de réfuter ici les formules telles que $\varepsilon_1\left(-\frac{dv}{dn}\right)^m$, ou une somme de termes semblables, qui ont été proposées, $-\frac{dv}{dn}$ étant la vitesse de glissement, pour représenter le frottement, en sorte qu'on aurait $\varepsilon = \varepsilon_1\left(-\frac{dv}{dn}\right)^{m-1} + \ldots$.

Dans deux Rapports (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 430 et t. LXVIII, p. 585) j'ai dit que cette réfutation, déjà implicitement comprise dans le résultat de ma Note citée de 1843, avait été très-bien faite par MM. Kleitz et Levy, en s'appuyant, dans le cas simple du mouvement uniforme, sur les théorèmes de cinématique et de statique de Cauchy, cités au n° 6.

Il est encore moins besoin de réfuter les formules des auteurs qui ont attribué des coefficients différents $\varepsilon$ et $\varepsilon'$, *au même point*, à $\frac{dv}{dn}$, suivant que la normale n à la face de pression est horizontale ou verticale.

» En effet, en appliquant à un tuyau d'un rayon $R = 1$ mètre, qui revient au double d'un canal à section demi-circulaire de 2 mètres de largeur sur 1 mètre de profondeur, la formule ($b$) avec $\varepsilon$ constant $= \frac{1}{7488}$ (n° 5 et note), donnant la vitesse $u_m$ du filet d'axe dans le mouvement régulier

$$u_m = \frac{\rho g}{4\varepsilon} \mathrm{I} R^2,$$

M. Boussinesq a remarqué que, si l'on suppose seulement la pente I *d'un dix millième*, on trouve (le poids $\rho g$ du mètre cube d'eau étant 1000 kilogrammes) l'énorme vitesse centrale

$$u_m = 187 \text{ mètres par seconde,}$$

qui donne (même Note du n° 5) 94 mètres pour la vitesse moyenne d'écoulement, que nous avons appelée U. Avec une pente d'un trois millième on aurait, toujours suivant la loi des mouvements réguliers, si elle continuait de s'observer comme dans les petits tubes, $u_m = 623$, $U = 312$ mètres. Et si le tube ou le canal avait un rayon double, on trouverait des vitesses quadruples, etc.

» Or bien avant, observe M. Boussinesq (*), que de pareilles vitesses aient pu s'établir, les moindres tournoiements produits par les inégalités des parois en écarteront les molécules, qui rouleront par groupes autour de leurs voisines. Ces irrégularités donneront naissance à des pertes de force vive et à des résistance spéciales bien plus considérables que les simples frottements résultant de vitesses variant avec continuité. Elles sont capables de produire un état permanent très-distinct de l'autre, et dans lequel il peut y avoir, contre les parois, une vitesse de translation finie. « Il est » visible (continue-t-il) que ces résistances doivent diminuer avec la sec- » tion du tube et tendre vers zéro quand cette section décroît indéfini- » ment; car, alors, les écarts des molécules hors de leurs trajectoires » moyennes deviennent forcément très-restreintes. »

» On peut ajouter que, dans les sections où la profondeur R est grande, les *différences de vitesse* des filets liquides contigus seraient excessives (toujours avec la valeur constante attribuée à $\varepsilon$) en s'approchant du fond, puisque, pour $r = R$, on a $-\frac{du}{dr} = \frac{\rho g \mathrm{I}}{2\varepsilon} R$. Avant que de pareilles diffé-

(*) Mémoire cité *Sur l'influence des frottements*, etc., § IX (*Journal de Mathématiques*, 1868, t. XIII, p. 403).

rences puissent se produire, il y aura dans le fluide de véritables ruptures, comme dans une pâte qu'on veut pétrir trop vite : d'où une formation de tourbillons. Poncelet signale ceux-ci comme un moyen qu'emploie la nature pour modérer la descente des eaux dans leurs lits ; on voit qu'ils sont, surtout, ce qui modère les différences de vitesse de translation tendant à se produire entre les couches fluides voisines.

» Ces simples remarques, qui se basent sur les résultats de calculs fournis par l'interprétation analytique des expériences de Poiseuille, et qui se trouvent d'accord (nº 6) avec ce que j'avais fondé sur des faits moins précis, fournissent déjà une première et utile donnée relativement à la manière de faire varier $\varepsilon$.

» Ce coefficient de frottement, qui doit croître avec ce que M. Boussinesq appelle, dans une Note de 1870 (*), *l'intensité de l'agitation tourbillonnaire,* doit, par cela même, augmenter avec les dimensions des sections d'écoulement. Cela se trouve d'accord avec une conclusion tirée par Darcy de ses expériences (**), et soutenue par lui contre la plupart des autres hydrauliciens, qui se persuadaient que le frottement mutuel des couches ou des filets fluides ne devait dépendre, partout, que de leurs seules vitesses relatives ou de glissement l'une sur l'autre.

» Une assertion de M. Bazin, qui a provoqué non moins d'incrédulité, quoiqu'elle fût aussi indiquée par les expériences, a été celle que le frottement intérieur dépendait encore des vitesses *absolues* des molécules ou des filets fluides (***). Elle n'exprime cependant rien que de naturel, quand on fait dériver de l'état tourbillonnaire le fait qu'elle énonce, si l'on a soin, au lieu des diverses vitesses intérieures, de ne parler que de celles qui ont lieu *contre le fond et les parois*, et qui croissent ou décroissent généralement avec la moyenne générale U des autres. C'est, en effet, contre les parois que se forment les tourbillons générateurs des grands frottements, qui vont sillonner toute la masse fluide, où ils se propagent, et enfin se *détruisent* (comme dit Léonard de Vinci) pour changer finalement leur mouvement visible en vibrations atomiques ou en chaleur.

» Pour montrer d'une manière simple que cette sorte d'influence des

---

(*) *Essai théorique sur les lois trouvées expérimentalement par M. Bazin.* (*Comptes rendus*, 29 août, t. LXXI, p. 389.)

(**) *Recherches sur le mouvement de l'eau dans les tuyaux*, ch. v, Observations générales, p. 181.

(***) *Recherches hydrauliques*, première partie, 1865. Introduction, p. 30.

vitesses est bien conforme aux faits constatés, considérons en particulier un canal rectangulaire très-large par rapport à sa profondeur $h$. On a, I étant sa pente et $u$ la vitesse à une distance $z$ de la surface supérieure, pour l'équation de l'uniformité du mouvement de la tranche d'eau d'épaisseur $z$ (si l'on néglige l'action de l'air)

$$(4) \qquad \varepsilon\left(-\frac{du}{dz}\right) = \rho g \mathrm{I} z;$$

d'où, $u_m$ désignant la vitesse à la surface, et en supposant, au moins provisoirement, que dans chaque section le coefficient $\varepsilon$ est le même de la surface au fond,

$$(5) \qquad u_m - u = \frac{\rho g \mathrm{I} z^2}{2\varepsilon}, \qquad \mathrm{U} = \frac{1}{h}\int_0^h u\,dz = u_m - \frac{\rho g \mathrm{I} h^2}{6\varepsilon}.$$

» En combinant, pour avoir une approximation, ce résultat avec la formule de Tadini

$$(6) \qquad h\mathrm{I} = b\mathrm{U}^2 = 0{,}0004\,\mathrm{U}^2$$

qui exprime à peu près le mouvement uniforme entre des limites assez étendues, on trouve

$$(7) \qquad \varepsilon = \frac{\rho g b}{6\left(\frac{u_m}{\mathrm{U}} - 1\right)} h\mathrm{U},$$

ou

$$\varepsilon = \frac{5}{21} h\mathrm{U},$$

si l'on adopte encore

$$(8) \qquad \frac{u_m}{\mathrm{U}} - 1 = 14\sqrt{\frac{h\mathrm{I}}{\mathrm{U}^2}},$$

trouvé par M. Bazin comme représentation de ses expériences sur les inégalités des vitesses dans une même section.

» Cela montre bien que le coefficient de frottement intérieur $\varepsilon$, constant et $= \frac{1}{7488}$ pour l'écoulement dans les tubes de très-petit diamètre, peut varier du simple au centuple et plus, dans les cours d'eau ayant de certaines profondeurs et vitesses $h$ et U.

» Le nombre, l'amplitude et la vitesse giratoire des tourbillons formés, ainsi que les lois de leur propagation et de leur extinction graduelle, n'ont pas été soumis au calcul. On peut, en attendant, et peut-être avec tout

autant d'utilité et d'approximation, faire, sur la grandeur du coefficient $\varepsilon$ qui en dépend, des suppositions en rapport avec l'intensité probable de l'agitation qu'il produisent dans les divers cas, puis comparer les résultats aux faits connus. C'est ce qu'a fait M. Boussinesq à la Note citée de 1870, et à deux autres de 1871 (*). Dans la première il suppose, pour les canaux rectangulaires infiniment larges, $\varepsilon$ constant dans chaque section et proportionnel 1° à la profondeur, 2° à la vitesse au fond. Mais, pour les tuyaux, il le fait, en outre, croissant des parois à l'axe, où les tourbillons viennent converger. Il obtient ainsi, pour les vitesses à diverses distances soit de la surface libre, soit de l'axe, une loi représentée par des paraboles du second degré dans les canaux et du troisième degré dans les tuyaux, ce qui se trouve conforme, ainsi que d'autres résultats du calcul, aux expériences, convenablement discutées, de Darcy et de M. Bazin (**).

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales; par* M. LE MARÉCHAL VAILLANT.

« Le brillant phénomène céleste, qui a justement attiré l'attention générale, le 4 février, a été l'objet de tant de savantes descriptions et de si ingénieuses tentatives d'explications qu'il nous est peut-être enfin permis d'espérer que le sphinx des aurores boréales va se relâcher quelque peu de l'impitoyable dureté avec laquelle il s'est refusé jusqu'aujourd'hui à soulever un coin du voile qui cache cette énigme à notre pénétration. Mais que de choses encore à expliquer et combien il est nécessaire de ne négliger aucune tentative pour pousser le monstre dans ses derniers retranchements?

» Pour notre part, nous ne pouvons admettre le rapprochement fait par M. Ch. Sainte-Claire Deville entre les orages terrestres et les orages magnétiques. Expliquons-nous. Un orage terrestre, comme nous l'avons déjà dit bien des fois, suppose un cumulus ou une réunion de cumuli, c'est-à-dire, comme nous l'avons dit aussi, de ballons sans enveloppe, qui, échauffés à leur surface par l'action directe des rayons du soleil, plus échauffés encore par le courant ascendant qui s'élève du sol, sont portés dans l'atmosphère à des hauteurs de 5, 6 ou 7 kilomètres, s'y refroidissent par leur arrivée dans des couches de température inférieure, diminuent de volume et par là

(*) *Comptes rendus*, 3 et 18 juillet 1871, t. LXXIII, p. 34 et 101.

(**) *Recherches hydrauliques*, p. 242, pour la formule empirique des vitesses dans les canaux demi-circulaires de M. Bazin.

même émettent de l'électricité qui cesse d'être à l'état latent et se manifeste sous forme d'éclairs. Nous laissons de côté tous les phénomènes accessoires qui se produisent dans l'intérieur du ballon lui-même, tant sur les gouttelettes d'eau qu'il renferme que sur les cristaux rudimentaires de glace dont il est aussi composé : voilà sommairement à quoi se réduit un orage terrestre.

» Un orage de cette nature, qui se produit, par exemple, dans les environs du Havre, est parfaitement perceptible depuis Paris, et un observateur placé près de cette dernière ville a le sentiment de lueurs plus ou moins vacillantes et même de petits éclairs plus ou moins vifs, bien qu'il y ait 30 ou 40 lieues entre la localité où se produit le phénomène et celle d'où il est observé.

» Nous ne voulons pas non plus traiter ici, en détail, les causes atmosphériques et surtout la direction des vents qui donnent lieu, dans nos contrées, aux orages terrestres. Mais nous ferons une remarque qui ne paraît pas avoir suffisamment attiré l'attention jusqu'ici.

» La formation des cumuli a lieu presque toujours comme celle des nuages à giboulées dans les moments où la température de la journée s'élève beaucoup et assez brusquement. Il est rare, par exemple, que passé 4 ou 5 heures après midi, on soit exposé à recevoir des giboulées. Pour les orages émanés de cumuli, les limites sont moins absolues, il s'en faut de de beaucoup; les raisons en seraient faciles à donner ici, mais cela nous mènerait trop loin; tâchons de nous resserrer. Toujours est-il, qu'après une journée orageuse, il arrive souvent que, vers 4 ou 5 heures du soir, surtout au mois de juin, par exemple, alors que la température de la journée commence à décliner, on voit d'énormes cumuli perdre peu à peu de leur aspect arrondi qui les faisait trancher tout à fait à cet égard sur le ciel, se fondre, pour ainsi dire, dans des formes plus vagues, plus vaporeuses. Cela vient de ce que le sol terrestre est déjà en train de se refroidir, moins frappé qu'il est par les rayons du soleil, qui viennent le rencontrer plus obliquement à ce moment de la journée. Cette différence de force dans le courant ascensionnel de l'air provenant du sol permet aux cumuli de s'abaisser, d'arriver dans des couches accidentellement plus froides, de s'y condenser, de diminuer de volume, et, par conséquent aussi de retenir à l'état latent l'électricité qui, au moment où le mouvement d'abaissement des cumuli allait commencer, était peut-être prête à faire explosion sous la forme d'éclairs.

» C'est ainsi qu'il arrive assez souvent que les orages terrestres que l'on

croit sur le point d'éclater s'évanouissent entièrement. Mais il y a bien loin entre ces gonflements successifs des nuages ballons et les aurores boréales. Les premiers phénomènes se limitent à des hauteurs généralement restreintes, c'est-à-dire à 6 ou 7 kilomètres au-dessus de la terre; les autres doivent s'étendre à plusieurs centaines peut-être de kilomètres. On a vu cependant de petits nuages blancs, par de belles journées d'été, s'élever à plus de 15 kilomètres. Rien de plus curieux que d'examiner un de ces petits nuages descendant doucement de ces hauteurs au moment où le soleil commence à décliner, diminuant de volume apparent et finissant par s'évanouir entièrement bien avant même d'être arrivé au milieu de sa chute. Nous répéterons l'explication déjà donnée; le nuage moins échauffé par les rayons du soleil, moins soutenu par le courant terrestre, cherche son équilibre dans des couches plus denses, plus chaudes et y abandonne tout ou partie de la vapeur d'eau dont la formation en gouttelettes ou en petits glaçons le rendait visible. Mais nous insistons encore sur ce point, que ce sont là des phénomènes tout à fait terrestres et qui n'ont rien de commun avec les courants électriques auxquels M. Ch. Sainte-Claire Deville voudrait les rapporter.

» Il n'y a aucune analogie entre les petites causes qui donnent naissance à nos très-mesquins orages terrestres et les grandes explosions électriques qui font les aurores boréales. Le plus petit rideau de brouillard qui s'élève du sol terrestre vers 8 ou 9 heures du matin au lieu d'y rester pour ainsi dire collé et de s'y dissiper, donne lieu immanquablement à un orage dans le courant de la journée. Un courant d'air, sortant d'un bois un peu plus chaud que la lisière extérieure, produit de même un orage dans la journée, et il n'est pas rare pour le voyageur, qui s'est élevé sur des collines voisines dont la hauteur ne dépasse pas peut-être 4 ou 500 mètres, de voir des éclairs à la surface du rideau de nuages qui lui cache la plaine, d'entendre le tonnerre, et d'apprendre en rentrant dans les villages qu'il a quittés le matin par le plus beau temps du monde, que ces villages ont été inondés par la pluie ou ravagés par la grêle. Nous avons vu nous-mêmes, dans les plaines légèrement ondulées de l'Auxois, en Bourgogne, des orages avec grêle et tonnerre s'élever immédiatement, pour ainsi dire, du choc de la charrue des laboureurs. Tout cela est fort curieux, sans doute, mais bien étranger aux aurores boréales. Ici ce sont d'immenses jets électriques lancés du pôle magnétique, s'élevant dans l'espace, suivant des directions nécessairement normales, à la surface du globe, là où le jet émerge de cette surface. Rien ne se perd dans la nature : une planète et son atmosphère est

donc comme un tout dont rien ne peut s'égarer dans les espaces infinis des cieux. Il doit se faire dans l'intérieur de la terre, suivant des lois que nous connaîtrons peut-être plus tard, un travail de décomposition ou de recomposition électrique analogue au travail dont nous voyons des preuves journalières dans nos volcans terrestres. De là, à de certains intervalles, que nous ne pouvons croire réglés de deux ans en deux ans, comme le dit M. Sainte-Claire Deville, des émissions immenses de fluide électrique qui sont, elles, par leur réflexion sur la terre, les véritables aurores boréales. Nous croyons aussi que dans ces jets électriques on trouvera l'origine ou la cause des étoiles filantes, comme nous l'avons dit également, la cause des bolides, car il doit suffire d'avoir indiqué la théorie nouvelle d'un seul phénomène bien constaté, pour être autorisé à croire qu'elle mettra sur la voie d'autres phénomènes dont la cause est encore à peu près absolument inconnue.

» Quant à croire, avec notre savant confrère, que les petites causes de courants terrestres, qui viennent de l'ouest et produisent nos orages ici-bas, sont aussi les causes de ces grandes perturbations magnétiques, nous nous y refusons absolument. Il n'y a nulle proportion entre des phénomènes qui ont lieu sur des échelles si différentes.

» A la vérité, M. Charles Sainte-Claire a été amené au rapprochement qu'il a fait, par cette circonstance que l'aurore du 4 février a été vue simultanément de points bien éloignés les uns des autres; mais c'est précisément cette simultanéité qui s'oppose à l'admission d'interprétations données par M. Sainte-Claire. Qu'y a-t-il d'étonnant à ce qu'un phénomène, qui est aperçu simultanément en France, en Russie, en Italie, à Constantinople, même dans une partie de l'Asie, ait une cause unique et un effet unique qu'il ne faut pas aller chercher dans des luttes de courants analogues à ceux qui déterminent nos mesquins orages terrestres de nos contrées de l'Ouest. Quant à la remarque que fait aussi M. Ch. Sainte-Claire Deville de la coïncidence des aurores boréales avec ces orages terrestres, elle nous semble encore moins acceptable.

» Pendant cinq ou six mois de l'année, et peut-être plus, il n'y a pas de jour où l'on ait un, deux ou trois orages et même davantage par vingt-quatre heures! Comment ne pas trouver, dans cette multitude d'orages, une perturbation qui corresponde à une aurore boréale? On en trouverait plutôt par milliers pour chaque aurore.

» Notre confrère excipe, à l'appui de son opinion, des orages nombreux qui ont lieu à Biarritz et à Bayonne. Mais qu'est-ce donc qu'un orage de Biarritz? Le soleil se lève radieux et chauffe, dès qu'il paraît, la large plage

de sable bordant la côte; l'air échauffé par son contact avec ce sable s'élève aussitôt, fait le vide au-dessous de lui, s'avance dans les terres et est remplacé par l'air qui vient de la mer. Cet air, fortement chargé d'humidité, s'avance à son tour vers les collines à l'est de la plage. De ces collines descend un air plus froid, d'où résulte un mélange, dégagement d'électricité, orage, etc.; mais tout cela se passe, pour ainsi dire, comme dans une coquille de noix et dans des proportions microscopiques. Quand le soleil commence à décliner, la plage se refroidit, l'air, qui était au-dessus d'elle, s'affaisse, et l'air humide de la mer est refoulé au loin et le calme est rétabli.

» Il est une loi générale, absolue, à laquelle obéissent tous les petits mouvements atmosphériques auxquels nous donnons le nom d'*orages terrestres*. Voici cette loi : Toutes les fois qu'une partie quelconque du sol s'échauffe par l'action directe des rayons du soleil ou par toute autre cause, cet échauffement se communique à l'air qui touche ce sol, et par là même le soulève et le projette plus ou moins haut dans les régions supérieures. De ce soulèvement résulte à la base de la colonne d'air mise ainsi en mouvement dans le sens ascensionnel, un vide plus ou moins prononcé que les colonnes d'air latérales cherchent à remplir : ces colonnes de température différente, inégalement aussi saturées de vapeurs d'eau, se mélangent et donnent lieu soit à de la pluie, à de la neige, à de la grêle, etc. C'est ainsi que pendant tout ce qu'on appelle les mois douteux du printemps, c'est-à-dire de mars en juin et même en juillet, on a des alternatives fréquentes de giboulées, d'orages, etc. De là ces dictons du peuple sur saint Médard, saint Barnabé, etc., etc., et sur ces terribles quatre saints de glace, l'effroi du midi de la France jusqu'au commencement de mai. Mais ces dictons, souvent menteurs, ne signifient autre chose, sinon qu'à cette époque de l'année, il se fait un travail de transformation, c'est-à-dire que le mouvement de la période pendant laquelle la terre s'échauffe, n'est pas encore absolument prononcé et que nous sommes exposés à toutes les incertitudes réservées aux époques de transition. Mais croire, avec notre confrère, que chaque jour de ces périodes douteuses, dans une année, a son correspondant de date à peu près absolue dans une autre année, nous ne saurions jamais l'admettre. Les lois de la nature ne procèdent point ainsi.

» Nous avons parlé du cas où le sol terrestre s'échauffe sous l'action du soleil. Si, au contraire, il se refroidit sous une autre influence, l'air qui avoisine ce sol diminuera de température, s'abaissera et se répandra dans tous les sens à peu près uniformément sur le sol sans qu'il y ait mélange de couches d'air inégalement denses. Dans ce cas, il ne peut y avoir de chance

que pour du beau temps. Nous avons déjà traité ce sujet plus haut en parlant des cumuli qui, après avoir été très-menaçants, s'abaissent vers la terre dans l'après-midi, et finissent par disparaître en émettant probablement des lueurs électriques qui, à certains égards, peuvent faire croire à de faibles aurores boréales, mais qui n'en ont que l'apparence trompeuse.

» Ne quittons pas encore ce sujet si intéressant des temps incertains au printemps, à la Saint-Médard, aux saints de glace, etc., etc., sans donner une règle générale : toutes les fois que la terre s'échauffe, il y a chance de mauvais temps; toutes les fois qu'elle se refroidit, il y a chance de beau temps. Tout cela, bien entendu, subordonné à beaucoup de circonstances dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici. Citons cependant un fait curieux et qui nous paraît de nature à porter la conviction dans les esprits.

» Le mois de septembre est presque toujours très-beau dans l'est de notre France. A quoi cela tient-il? A ce que, même avant la fin d'août, le soleil commençant à s'abaisser rapidement dans l'écliptique et les jours diminuant tout d'un coup d'une manière prononcée, la partie nord de l'Europe rayonne beaucoup pendant les nuits devenues plus longues et se refroidit proportionnellement à ce rayonnement. Il en résulte qu'un manteau plus ou moins froid, partant du nord, se répand sur l'Allemagne et sur la France, où, trouvant une terre plus sèche et encore chaude, il en occupe la surface même, en absorbe l'humidité et réunit par conséquent toutes les conditions qui sont de nature à donner du beau temps à ces climats. Revenons aux aurores boréales.

» Le courant électrique émané du pôle magnétique, ou, pour mieux nous exprimer, les divers courants que peut et doit émettre cette source, ont nécessairement, et suivant de nombreuses circonstances trop longues à énumérer ici, des intensités et des directions variables. Pour le spectateur, il peut et doit y avoir des illusions analogues, par exemple, à celle qu'il éprouve lorsqu'il n'aperçoit dans le ciel qu'une partie d'un orage terrestre, avec des cumuli qui se masquent les uns les autres et se dérobent réciproquement à la vue de ce même spectateur. Il n'en est plus de même pour celui-ci lorsqu'il est, comme nous avons dit que cela arrivait parfois, pour l'observateur placé sur une colline dominant un brouillard ou nuage orageux qui est sorti d'un bois, et qui donne à la fois un orage dans la plaine et une succession d'éclairs sur une surface pour ainsi dire de niveau. Dans ce cas, le spectateur domine tout, et il n'y a plus qu'un aspect unique. De même doit-il en être lorsque le jet électrique a été projeté assez haut dans

l'espace pour que de chaque point du contour terrestre, qui fait comme la base du grand cône d'où l'on peut apercevoir le sommet du jet, on ait, en effet, la perception directe de ce sommet. Nous complétons notre pensée en rappelant que, dans l'aurore boréale du 4 février, la limite du contour dont nous parlons embrassait non-seulement la France et les pays voisins, mais la Turquie et d'autres contrées que des renseignemnts ultérieurs feront sans doute connaître. En pareil cas, il est naturel de penser que de tous ces points on doit voir le sommet de l'aurore comme à l'extrémité de génératrices se réunissant et formant comme une coupole unique. Ajoutons encore quelque chose à notre explication.

» Un volcan terrestre, le Vésuve par exemple, fait éruption et projette dans l'espace un cône de cendre et de fumée; de la terre d'où on le regarde on a des apparences qui varient pour chaque point suivant leur projection dans le ciel; mais si l'éruption se faisait dans une partie très-élevée de l'espace, tous les spectateurs confinés sur la terre ne verraient qu'un même sommet et pour ainsi dire le même cône, surtout si nous faisons abstraction de l'opacité de la colonne d'éruption. Il faut donc que dans l'éruption du 4 février le jet électrique ait été d'une très-grande violence et projeté à une hauteur des plus considérables, pour avoir donné lieu aux apparences qui ont été décrites par les observateurs.

» Nous avons dit que ces prodigieux jets électriques étaient le résulat d'un travail intérieur assimilable, jusqu'à un certain point, au travail qui précède les éruptions de nos volcans terrestres. Cela nous explique comment peuvent et doivent se trouver entraînées aussi des substances plus ou moins étrangères à l'électricité même et dont les vastes nappes peuvent se distinguer par des raies spectrales. Mais, répétons-le encore une fois, nous ne saurions admettre, avec notre confrère, qu'il y ait périodicité dans les éruptions magnétiques. Nous ne voulons pas dire, en parlant ainsi, que cette périodicité soit absolument impossible, nous voulons seulement faire observer que rien jusqu'ici ne la constate d'une manière tant soit peu irrécusable. Il en est à cet égard des volcans d'aurores boréales comme des volcans terrestres; pour ceux-ci, beaucoup se sont éteints, qui ont repris ensuite leurs explosions et leurs œuvres de destruction. Le Vésuve, si nous nous rappelons ce que Pline nous a raconté, était depuis longtemps oublié, et l'on ne se doutait plus qu'il fût d'un voisinage aussi dangereux. Pomponianus, si c'est bien le nom, l'apprit cruellement à ses dépens, lorsque le premier des Pline ordonna d'aller le rejoindre à Mycène.

» Quant à vouloir faire coïncider, pour ainsi dire, jour par jour, les

petits orages de Biarritz avec les grandes commotions des aurores boréales, nous ne pouvons voir dans ces rapprochements que le désir de chercher des rapports que rien encore ne justifie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes aplaties*. Note de **M. A. Cayley**, présentée par M. Chasles.

« En lisant la thèse de M. S. Maillard, *Recherches des caractéristiques des systèmes élémentaires des courbes planes du troisième ordre* (Paris, 1871), j'ai été conduit à quelques réflexions sur la théorie générale des courbes aplaties de M. Chasles (*).

» Je considère une courbe représentée par une équation de l'ordre $n$, $f(x, y, k) = 0$, laquelle pour $k = 0$ se réduit à la forme $P^\alpha Q^\beta \ldots = 0$. Pour $k$ un infiniment petit, ou disons pour $k = 0^1$, cette courbe sera ce que je nomme la pénultième de $P^\alpha Q^\beta \ldots = 0$; la courbe $P^\alpha Q^\beta \ldots = 0$ elle-même sera la courbe finale; et les courbes $P = 0$, $Q = 0, \ldots$, les facteurs. Or en menant par un point donné quelconque les tangentes à la courbe pénultième, ces tangentes approchent continuellement aux droites que voici : 1° les tangentes aux courbes $P = 0$, $Q = 0, \ldots$, respectivement; 2° les droites par les points singuliers de ces mêmes courbes respectivement; 3° les droites par les intersections de deux quelconques de ces mêmes courbes $P = 0$, $Q = 0, \ldots$, respectivement; 4° les droites par certains points situés sur l'une quelconque des mêmes courbes $P = 0$, $Q = 0 \ldots$. En ne faisant aucune supposition particulière par rapport à la courbe pénultième, cette courbe sera une courbe sans points singuliers, et ainsi de la classe $n^2 - n$ : le nombre des droites 1°, 2°, 3°, 4° (en faisant attention à la multiplicité de quelques-unes de ces droites) sera donc égal à $n^2 - n$. Les droites 3° sont comptées chacune un certain nombre de fois; en supposant que pour un point d'intersection $P = 0$, $Q = 0$ quelconque ce nombre soit $\theta$, nous dirons qu'il y a à ce point un nombre $\theta$ de *sommets fixes*. Les droites 4° sont comptées en général chacune une seule fois; les points par lesquels passent ces droites (points sur l'une quelconque des courbes $P = 0$, $Q = 0, \ldots$) seront nommés *sommets libres*. Cela étant, on peut considérer la courbe pénultième comme équivalente à la courbe finale $P^\alpha Q^\beta \ldots = 0$ *plus* les sommets : il s'agit, pour un

(*) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 799-805 et 1079-1081; séances des 22 avril et 27 mai 1867.

cas donné quelconque, de trouver le nombre et la distribution de ces sommets.

» Je considère d'abord le cas le plus simple, celui d'une conique aplatie, pénultième de $x^2 = 0$; l'équation d'une telle conique est

$$(a, b, c, f, g, h)(x, y, z)^2 = 0,$$

où, en prenant $a = 1$, tous les autres coefficients seront des infiniment petits, pas en général du même ordre. Les tangentes menées à la courbe par un point donné $(\alpha, \beta, \gamma)$ seront déterminées par l'équation

$$(bc - f^2,\ ca - g^2,\ ab - h^2,\ gh - af,\ hf - bg,\ fg - ch)$$
$$\times (\lambda y - \beta z,\ \alpha z - \gamma x,\ \beta x - \alpha y)^2 = 0;$$

ou disons

$$(bc - f^2,\ c - g^2,\ b - h^2,\ gh - f,\ hf - bg,\ fg - ch)$$
$$\times (\gamma y - \beta z,\ \alpha z - \gamma x,\ \beta x - \alpha y)^2 = 0.$$

En considérant pour un moment tous les coefficients comme étant des infiniment petits du même ordre, $= 0^1$, cette équation se réduit à

$$(0, c, b - f, 0, 0)(\gamma y - \beta z,\ az - \gamma x,\ \beta x - \alpha y)^2 = 0,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$(c - f, b)(\alpha z - \gamma x, \beta x - \alpha y)^2 = 0;$$

et ces tangentes coupent la droite $x = 0$ dans les deux points donnés par l'équation $(c - f, b)(\alpha z, -\alpha y)^2 = 0$, c'est-à-dire $by^2 + 2fyz + cz^2 = 0$, points indépendants de la position du point donné $(\alpha, \beta, \gamma)$; ces points sont en effet *les intersections de la pénultième par la droite* $x = 0$.

Mais il y a là une restriction qu'on évite au moyen d'une supposition plus générale, savoir : en prenant $g$, $h$ du premier, $b$, $c$, $f$ du second ordre, ou disons $g, h = 0^1$, $b, c, f = 0^2$, l'équation des tangentes devient

$$(0, c - g^2,\ b - h^2,\ gh - f, 0, 0)(\gamma y - \beta z,\ \alpha z - \gamma x,\ \beta x - \alpha y)^2 = 0,$$

ou

$$(c - g^2,\ gh - f,\ b - h^2)(\alpha z - \gamma x,\ \beta x - \alpha y)^2 = 0.$$

» Or, en écrivant $x = 0$, cette équation devient

$$(c - g^2,\ gh - af,\ b - h^2)(\alpha z - \alpha y)^2 = 0,$$

c'est-à-dire

$$by^2 + 2fyz + cz^2 - (hy + gz)^2 = 0;$$

nous avons ainsi, sur la droite $x = 0$, deux points indépendants de la position du point donné $(\alpha, \beta, \gamma)$, et qui ne sont plus les intersections de la conique par cette droite (autrement dit, ces points ne sont pas situés sur la conique); ces points sont en effet deux points quelconques sur cette droite. Il y a ainsi pour la conique aplatie pénultième de $x^2 = 0$ deux sommets situés à volonté sur la droite $x = 0$ (et qui ainsi ne sont pas situés sur la conique pénultième).

» Je passe à un cas nouveau, celui de la courbe quartique pénultième de $x^2 y^2 = 0$; mais pour simplifier l'analyse, au lieu d'un point quelconque $(\alpha, \beta, \gamma)$ je prends successivement les points $(y = 0, z = 0)$ et $(x = 0, y = 0)$. On conçoit, en effet, que s'il y a $p$ sommets libres sur la droite $x = 0$, $q$ sommets libres sur la droite $y = 0$, et $r$ sommets fixes au point $(x = 0, y = 0)$, alors les droites par le point donné $(y = 0, z = 0)$ seront les droites par les $p$ points, *plus* la droite $y = 0$, $q + r$ fois; et de même les droites par le point donné $(x = 0, z = 0)$ seront les droites par les $q$ points, *plus* la droite $x = 0$, $p + r$ fois : de manière que le procédé donnera les nombres cherchés $p, q, r$.

» J'écris l'équation de la pénultième sous les deux formes

$$\begin{aligned} & x^4 . a \\ & + 4x^3 (h, j)(y, z) \\ & + 6x^2 (1, p, m)(y, z)^2 \\ & + 4x (k, q, r, g)(y, z)^3 \\ & + (b, f, l, i, c)(y, z)^4 = 0, \end{aligned} \qquad \begin{aligned} & y^4 . b \\ & + 4y^3 (k, f)(x, z) \\ & + 6y^2 (1, q, l)(x, z)^2 \\ & + 4y (k, p, r, l)(x, z)^3 \\ & + (a, j, m, g, c)(x, z)^4 = 0, \end{aligned}$$

où le coefficient de $x^2 y^2$ est $= 6$, et tous les autres coefficients sont des infiniments petits, pas nécessairement du même ordre. Je représente ces deux équations par

$$(\mathrm{A}, \mathrm{B}, y^2 + \mathrm{C}, \mathrm{D}, \mathrm{E})(x, 1)^4 = 0, \quad (\mathrm{A}', \mathrm{B}', x^2 + \mathrm{C}', \mathrm{D}', \mathrm{E}')(y, 1)^4 = 0$$

respectivement.

» Cela étant, on obtient l'équation des tangentes par le point $(y = 0, z = 0)$ en égalant à zéro le discriminant de la fonction quartique de $x$; et de même pour les tangentes par le point $(x = 0, z = 0)$ : les deux équations seront

$$\begin{aligned} 0 = {} & (y^2 + \mathrm{C})^4 . 81\,\mathrm{AE} \\ & + (y^2 + \mathrm{C})^3 (-54\,\mathrm{AD}^2 - 54\,\mathrm{B}^2\mathrm{E}) \\ & + (y^2 + \mathrm{C})^2 (-18\,\mathrm{A}^2\mathrm{E}^2 - 180\,\mathrm{ABDE} + 36\,\mathrm{B}^2\mathrm{D}^2 \\ & + \ldots \end{aligned} \qquad \begin{aligned} 0 = {} & (x^2 + \mathrm{C}')^4 . 81\,\mathrm{A}'\mathrm{E}' \\ & + \ldots \end{aligned}$$

En prenant pour le moment tous les coefficients $= o^1$, chaque équation contiendra un seul terme de l'ordre le plus bas $o^2$, et en négligeant les autres termes, les équations deviendront simplement

$$y^8.\mathrm{AE} = o, \quad x^8.\mathrm{A'E'} = o;$$

il y a ainsi sur la droite $x = o$ quatre sommets libres donnés par l'équation $\mathrm{E} = o$; et de même sur la droite $y = o$, quatre sommets libres donnés par l'équation $\mathrm{E'} = o$; donc quatre sommets fixes au point $x = o$, $y = o$. Les sommets libres sur les droites $x = o$ et $y = o$ sont *les intersections de la quartique par ces deux droites respectivement*.

» Mais, au contraire, prenons $b, f, l, i, c = o^2$, les autres coefficients étant $= o^1$. On a d'abord $\mathrm{A, B, D} = o^1$, $\mathrm{E} = o^2$; la première équation se réduit à

$$27\mathrm{A}y^6(3\mathrm{E}y^2 - 2\mathrm{D}^2) = o,$$

ce qui donne, sur la droite $x = o$, six sommets libres déterminés par l'équation $3\mathrm{E}y^2 - 2\mathrm{D}^2 = o$.

» On a depuis $\mathrm{A'} = o^2$, $\mathrm{B', D', E'} = o^1$; la seconde équation est donc

$$27\mathrm{E'}x^6(3\mathrm{A'}x^2 - 2\mathrm{B'}^2) = o;$$

mais ici

$$\mathrm{E'} = (a, j, m, g, c)(x, z)^4, = x(ax^3 + 4jx^2z + 6mxz^2 + 4gz^3),$$

à cause de $c = o^2$; et, de plus,

$$3\mathrm{A'}x^2 - 2\mathrm{B'}^2 = 3bx^2 - 2(kx + fz)^2, = (3b - 2k^2)x^2,$$

à cause de $f = o^2$; donc l'équation se réduit à

$$x^9(ax^3 + 4jx^2z + 6mxz^2 + 4gz^3) = o,$$

et il y a sur la droite $y = o$, trois sommets libres déterminés par l'équation

$$ax^3 + 4jx^2z + 6mxz^2 + 4gz^3 = o.$$

» Remarquons que la droite $y = o$ rencontre la quartique dans les quatre points donnés par l'équation $\mathrm{E'} = o$, c'est-à-dire un point infiniment près de $(x = o, y = o)$ et trois autres points, lesquels sont précisément les trois sommets libres sur la droite $y = o$. Il y a de plus trois sommets fixes au point $(x = o, y = o)$.

» *Conclusion.* — Il y a ainsi une courbe quartique pénultième de $x^2y^2 = o$, avec neuf sommets libres, trois sur l'une des deux droites (disons la droite $y = o$) et qui sont trois des intersections de la quartique par cette même

droite (la quatrième intersection étant infiniment près du point $x = 0$, $y = 0$), six situés à volonté sur l'autre droite $x = 0$, et trois sommets fixes à l'intersection des deux droites.

» On peut se figurer une telle courbe quartique : elle peut consister en trois ovales aplaties *plus* une trigonoïde (savoir, figure fermée avec trois angles saillants et trois angles réentrants) rétrécie ; l'une des ovales coïncide à peu près avec la droite $y = 0$, les deux autres à peu près avec la droite $x = 0$; la trigonoïde entoure le point $x = 0$, $y = 0$, de manière que les angles réentrants, très-approchés de ce point, soient les trois sommets fixes : mais il n'est pas facile d'en faire un dessin.

» Je considère le système des courbes quartiques, qui satisfont chacune aux ($14 - 1 =$) 13 conditions que voici : toucher deux droites données 1, 2 en des points donnés A, B ; passer par deux points donnés C, D ; toucher sept droites données 3, 4, ... 9. Prenons $y = 0$ pour que la droite AB, et $x = 0$ pour la droite CD : il y aura dans le système une courbe quartique pénultième de $x^2y^2 = 0$, laquelle compte sept fois au moins ; cette courbe pénultième est censée toucher les droites 1, 2 dans les points donnés A, B, et l'une quelconque des sept droites à son intersection avec la droite $y = 0$ (AB) ; les autres six droites à leurs intersections avec la droite $x = 0$ (CD). Cette courbe pénultième entre donc dans la théorie des caractéristiques d'un tel système de courbes quartiques. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE CHIMIQUE. — *Sur la proportion d'ozone contenue dans l'air de la campagne et sur son origine*. Note de **M. A. Houzeau**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Après avoir énuméré les faits chimiques et physiologiques qui m'ont conduit à admettre la présence dans l'air de la campagne d'un nouveau principe gazeux, l'ozone, j'ai tenté d'en fixer la proportion. Cette détermination, je m'empresse de le dire, présente actuellement les plus grandes difficultés, tant à cause de la nature instable de l'ozone qu'à cause des quantités extrêmement petites qui sont répandues dans l'atmosphère. Mais, ayant fondé des méthodes d'investigation également très-sensibles, il m'a été possible de ne pas trop désespérer de la solution du problème.....

» ... De nombreux essais, opérés tant sur l'air normal que sur des mélanges d'air et d'ozone à titres connus, me portent à admettre que l'air de

la campagne, pris à 2 mètres au-dessus du sol, contient au maximum $\frac{1}{450000}$ de son poids d'ozone ou $\frac{1}{700000}$ de son volume (la densité de l'ozone étant 1.658, d'après M. Soret).

» La proportion d'ozone contenue dans l'air est d'ailleurs variable et paraît augmenter à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol.

» Il est certain que l'atmosphère n'en renferme pas $\frac{1}{261000}$ de son poids, car un papier vineux mi-ioduré bleuit nettement après quelques minutes, quand on le suspend dans un flacon d'une capacité de 12 litres rempli d'air saturé d'humidité à + 14° et auquel on a mélangé exactement quelques centimètres cubes d'oxygène odorant contenant $0^{mq},057$ d'ozone. Un semblable papier n'est, au contraire, jamais altéré dans le même volume d'air de la campagne. Il ne prend une coloration caractéristique que quelques heures après son exposition dans cet air, à l'état libre, quoique sans agitation apparente.

» Au reste, les observations qui suivent indiquent le temps que l'air de la campagne (25-26 octobre 1865) met à impressionner le papier mi-ioduré, selon que l'atmosphère est calme ou agitée.

*Altération du papier de tournesol vineux mi-ioduré à l'air libre.*

| | APRÈS UNE EXPOSITION DE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2h. | 4h. | 6h. | 8h. | 10h. | 12h. | 24h. |
| Air calme....... | Nulle. | Violet. | Bleu tr.-faib. | Bleu tr.-faib. | Bleu. | Bleu. | Très-bleu. |
| Air très-agité.... | Violet faib. | Violet. | Bleu faible. | Bleu. | Très-bleu. | Très-bleu. | Très-bleu. |

» *Origine de l'ozone atmosphérique.* — Ce que nous savons maintenant de la génération artificielle de l'ozone et des conditions naturelles dans lesquelles il se manifeste le plus fréquemment aux réactifs nous permet de discuter sérieusement, dans le Mémoire, cette origine. Évidemment l'ozone de l'air dérive, pour la plus grande partie du moins, de ce qu'on a appelé *l'électricité atmosphérique*. Par intuition, tous les météorologistes sont tombés d'accord sur ce point.

» Cependant il faut s'entendre sur la manière d'agir de l'électricité dans la question qui nous occupe, car l'étincelle qui donne de l'ozone avec l'oxygène pur (van Marum, Fremy et Ed. Becquerel) ne fournit guère que

de l'acide nitreux avec l'air (Cavendish). C'est cette différence qui a été complétement omise par les météorologistes. Elle est, on le voit, fort importante dans le débat.

» Mais ce rôle multiple de l'électricité change tout à coup quand, au lieu de l'appliquer directement à l'air, on fait parcourir d'abord au fluide électrique les cloisons de l'ingénieux condensateur de Bens, ou, mieux encore, les deux électrodes de mon *tube ozoniseur*. Immédiatement l'air se charge d'ozone.

» Cette différence dans les résultats produits par l'étincelle directe et l'étincelle de condensation, rapprochée des observations ozonométriques contenues dans mon Mémoire, permet d'éclaircir plusieurs points demeurés obscurs jusqu'à ce jour.

» Bien plus, il me paraît possible aujourd'hui que l'ozonométrie atmosphérique soit en mesure à son tour d'indiquer aux physiciens une voie nouvelle dans l'étude de l'électricité aérienne. Il n'y a pas d'exagération à penser qu'après tout les papiers iodurés pourraient bien n'être que des électromètres chimiques.

» N'oublions pas que MM. Fremy et Ed. Becquerel ont déjà montré que l'oxygène acquérait la propriété de bleuir le papier amylo-ioduré lorsqu'il était simplement électrisé par *influence* au moyen d'une série d'étincelles venant lécher extérieurement la surface du tube qui le renferme. Or, puisque les physiciens nous apprennent d'autre part que les nuages, et surtout les nuages orageux, font avec le sol un perpétuel échange d'électricité, ne peut-on pas considérer ces nuages et la terre comme formant ensemble les parois d'un vaste condensateur analogue à mon tube ozoniseur et à l'aide duquel l'atmosphère serait perpétuellement électrisée et perpétuellement aussi rendue active aux papiers iodurés?

» On aurait ainsi l'explication de l'existence de l'ozone à l'état normal dans l'air de la campagne, fait que je crois avoir suffisamment établi par mes nombreuses observations.

» Enfin, cette interprétation nouvelle du rôle que l'électricité joue dans la production de l'ozone fournit, en outre, une explication satisfaisante d'autres faits météorologiques établis par l'examen de l'atmosphère à l'aide de mes papiers de tournesol mi-ioduré et que l'emploi du papier amylo-ioduré ne pouvait mettre en évidence.

» Il y a des orages ou autres perturbations atmosphériques qui demeurent insensibles à mes papiers, tandis qu'il y en a d'autres qui leur

communiquent une coloration bleue intense. Ces orages si différents impressionnent, au contraire, toujours les papiers ozonométriques ordinaires, c'est-à-dire à base d'iodure et d'amidon.

» Il est fort probable que dans les orages de la première classe (négatifs au papier de tournesol mi-ioduré) l'éclair est surtout une étincelle directe qui nitrifie l'air sans l'ozoniser sensiblement, et que, dans ceux de la deuxième classe, l'éclair participe plus généralement des propriétés de l'étincelle de condensation ; elle produit beaucoup d'ozone et peu d'acide nitreux.

« Il y a donc lieu de penser qu'au point de vue où se place la question l'étude de l'éclair a besoin d'être reprise par les physiciens. »

PHYSIQUE. — *Note sur les moyens de protéger les habitations contre les dangers d'une fulguration provoquée par les tuyaux de gaz, etc., etc.;* par **M. W. de Fonvielle.**

« D'après les principes que j'ai rappelés dans ma dernière Note, il est facile de compléter l'*Instruction sur les paratonnerres* adoptée par l'Académie des Sciences en 1823, et d'y ajouter ce que Gay-Lussac n'aurait pas manqué d'y inscrire si les tuyaux de gaz eussent existé à l'époque où la Section de Physique l'avait choisi pour son rapporteur. Quelque simples que soient ces préceptes, la multiplicité croissante des accidents analogues à ceux que j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie, à différentes reprises, prouve qu'il y a urgence à combler une lacune regrettable.

» En conséquence, je prends la liberté d'appeler l'attention de l'Académie sur la nécessité de signaler aux architectes le danger résultant de l'habitude trop commune d'établir des tuyaux de gaz dans le voisinage immédiat des paratonnerres ou des objets susceptibles d'en faire fonction. Ne serait-il pas également nécessaire de s'assurer que les tuyaux de gaz aboutissent jusqu'au sol humide sans solution de continuité et sans diminution notable de conductibilité?

» Il me semble que l'attention des architectes devrait être appelée tout particulièrement sur la protection des compteurs. Cet organe devrait être toujours placé le plus près possible du réservoir commun, et le plus loin possible de la face que l'orientation de l'édifice rend susceptible de recevoir le premier choc des orages. En outre, ne serait-il pas prudent d'écarter du voisinage immédiat du compteur toute accumulation de matières soit combustibles, soit explosives.

» Quoique les tuyaux de décharge des eaux pluviales et des gouttières offrent un danger moindre, puisqu'ils ne recèlent pas dans leur intérieur une matière entièrement combustible, il me paraît que les mêmes principes doivent être appliqués autant que possible à leur disposition.

» Je crois donc qu'il serait bon de veiller à ce que les tuyaux de décharge se prolongent jusqu'au ruisseau ou au moins jusqu'au sol. Les phénomènes signalés depuis la dernière discussion dont ce point a été l'objet devant l'Académie des Sciences ne me paraissent pas laisser prise au doute à cet égard. En tout cas, il serait indispensable de recommander aux architectes de veiller à ce que les tiges des paratonnerres ne puissent être mises en communication avec les gouttières par l'eau des orages, et cela par suite de l'insuffisance ou de l'obstruction des tuyaux de décharge (1).

» Je profiterai de cette occasion pour rappeler à l'Académie que j'ai constaté à Paris même des fulgurations d'églises, lesquelles, malgré les prescriptions formelles de l'Instruction de 1823, n'avaient point été pourvues de paratonnerres. Quoique ayant été réimprimée à plusieurs reprises, cette Instruction n'est point appliquée même par le Gouvernement, qui en a provoqué, il y a un demi-siècle, la rédaction. Ainsi, le Ministre de l'Intérieur néglige presque constamment d'adresser à l'Institut un Rapport sur les cas de fulguration observés dans les monuments pourvus de paratonnerres. A peine si ce vœu, formulé par vos illustres prédécesseurs reçoit, de loin en loin quelques satisfactions isolées. Je ne crois pas que l'Académie des Sciences ait eu communication de plus de cinq à six Rapports. Sur des événements aussi fréquents qu'intéressants à étudier dans tous les détails, ne serait-il pas urgent de rappeler cette partie de l'Instruction de 1823 à une administration qui doit mettre sa gloire à exécuter des prescriptions aussi sages. »

MM. Tabourin et Lemaire présentent au concours, pour le prix dit des « Arts insalubres », un procédé de leur invention pour la *régénération*, à l'état d'acide arsénieux, de l'*arsenic* contenu dans les résidus provenant de la fabrication de la *fuchsine*.

(Réservé pour la future Commission.)

M. Charpentier soumet au jugement de l'Académie un travail intitulé : « Mémoire sur de nouvelles lois reliant les densités aux chaleurs spécifi-

---

(1) A moins qu'on ne les y joigne métalliquement, comme l'indique l'Instruction de 1823.

ques, équivalents chimiques et coefficients de dilatation, et sur leur application industrielle au *chauffage économique* par combustion complète et sous volume constant des gaz brûlés ».

(Commissaires : MM. Regnault, Boussingault, H. Sainte-Claire Deville.)

M. **Gavioli** envoie la description et la figure d'un *aérostat dirigeable* de son invention.

(Renvoi à l'examen de la Commission des aérostats.)

M. **Rabache** adresse une Note dans laquelle, à l'occasion de Communications récentes faites à l'Académie concernant l'*influence de la lumière transmise par des verres différemment colorés sur certains phénomènes de végétation*, il rappelle des expériences qu'il a faites anciennement sur ce sujet, et qui ont été publiées par extraits dans divers journaux, entre autres dans le « Cultivateur charentais ».

Une deuxième partie de la Note de M. Rabache est relative à des inventions de fraîche date, et dont quelques-unes seulement seraient du ressort de l'Académie des Sciences.

La Note est renvoyée à l'examen des commissaires désignés pour la dernière Communication de l'auteur : MM. Balard, Delaunay, Jamin.

M. **Jullien** présente quelques remarques relatives à une Note récente de M. *Caron* « Sur le fer cristallisé ou brûlé ».

(Renvoi à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.)

M. **Petilleau** envoie une troisième Note relative à l'appareil qu'il désigne sous le nom de *Presse-moteur*.

(Renvoyée, comme les Notes précédentes, à l'examen de M. Phillips.)

M. **Ch. Dupuis** adresse une Lettre relative à sa Communication du 13 novembre dernier, concernant un *appareil moteur* qui serait fondé sur les lois d'équilibre des liquides.

(Renvoi à M. Edm. Becquerel, commissaire désigné pour la première Note.)

## CORRESPONDANCE.

M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE transmet plusieurs exemplaires du règlement arrêté pour le troisième Congrès séricicole qui se tiendra cette année à Roveredo (Tyrol).

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une nouvelle partie de l'ouvrage intitulé : « Matériaux pour la Minéralogie de la Russie »; par M. de *Kokscharow*; t. VI; 1872.

(Les parties déjà parues de cet important Ouvrage dispensent de recommander à l'attention celle qui vient de paraître.)

2° Un opuscule de M. *Pomel* : « Le Sahara : Observations de géologie, de géographie physique et biologique, avec des aperçus sur l'Atlas et le Soudan ».

(M. le Secrétaire perpétuel, en présentant cet ouvrage, en indique brièvement le contenu.)

M. C. LUNIER, rédacteur en chef d'un journal scientifique, les « Annales médico-psychologiques », journal qui a été, depuis sa fondation, régulièrement adressé à l'Académie, la prie de lui donner en retour les *Comptes rendus* de ses séances.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. NORRIS, rédacteur du *Mechanic's Magazine*, demande pour ce journal l'autorisation de faire usage, dans un article sur la navigation aérienne, de deux figures que l'Académie a fait graver pour ses *Comptes rendus* hebdomadaires.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DES TRAVAUX PUBLICS DE L'EMPIRE OTTOMAN, Edhem-Pacha, transmet, comme de nature à intéresser l'Académie, un Rapport qui lui a été adressé par M. *Coumbary*, Directeur de l'Observatoire météorologique de Constantinople.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Notice sur les prédictions des tremblements de terre; Rapport adressé par* **M. Coumbary** *à S. Exc. Edhem-Pacha, ministre du Commerce, de l'Agriculture et des Travaux publics.*

L'Observatoire de Paris, se basant sur une dépression barométrique considérable qui s'était produite à Scarborough, nous annonçait, par une dépêche en date du 24 janvier 1872, que des tremblements de terre étaient à craindre. En effet, à l'époque indiquée, un fort tremblement de terre s'est fait sentir à Toultcha, ainsi que dans les Principautés danubiennes.

» Notre Observatoire suit avec satisfaction les progrès qui s'accomplissent dans la nouvelle science météorologique, et porte un vif intérêt aux travaux des savants qui poursuivent avec persévérance la solution des problèmes météorologiques.

» Il est intéressant d'examiner comment, dans des questions en apparence compliquées, on peut parvenir à la découverte de la même vérité par des voies différentes. Ainsi, tandis que l'Observatoire de Paris, se fondant sur certaines situations atmosphériques particulières, caractérisées par une notable dépression barométrique, a pu en déduire la probabilité des mouvements séismiques, et pense avoir trouvé le lien mystérieux qui établit une certaine relation entre les perturbations atmosphériques et les tremblements de terre, M. Bulard, de son côté, directeur de l'Observatoire d'Alger, abordant la question d'un autre point de vue, arrive, lui aussi, à la prévision des tremblements de terre. Ainsi il nous avait communiqué, il y a plus d'un mois, un Bulletin relatant des prévisions qu'il avait faites relativement aux perturbations atmosphériques dans certaines régions limitées; ce que nous y avons trouvé de plus remarquable, c'était la prévision des mouvements séismiques pour le 23-24 janvier 1872. Ce fait, s'il était isolé, pourrait être mis sur le compte du hasard, mais il a des antécédents: ainsi M. Bulard annonçait des mouvements séismiques pour le 12-13 décembre 1869; et le 13 décembre, à $4^h 45^m$ du matin, on a ressenti à Smyrne une secousse de tremblement de terre. Il annonçait des mouvements séismiques pour le 9 janvier 1870; à cette date, il est vrai, aucune secousse n'a été signalée dans nos régions, mais, le 3 janvier, un tremblement de terre a eu lieu ici. Il annonçait des mouvements séismiques pour le 5-6 octobre 1871; le 8 dudit mois, de fortes secousses ont été ressenties depuis l'Hellespont jusqu'à Varna.

» Les fortes perturbations atmosphériques que M. Bulard annonçait comme devant se produire à des époques déterminées ont toutes exercé leur action sur nos régions; ce sont celles des 29-30 novembre 1869;

26-27 et 28 décembre 1869; 13-14-15 et 16 octobre 1871; 12-13 et 14 décembre 1871; 7-8 et 9 janvier 1872.

» Ces coïncidences ne sauraient passer inaperçues; on ne peut les rejeter systématiquement sans risquer d'entraver le progrès de la science. Nous pensons qu'elles méritent une attention particulière et un certain ordre d'investigations qui, en tous cas, jetteraient de la lumière dans le domaine de cette science. Il faut donner un libre cours à la pensée en la dégageant de la domination des théories admises, trop souvent peu fondées, qui ne sont qu'autant d'obstacles s'opposant à la tendance naturelle de l'esprit vers les recherches.

» Comme il est aujourd'hui établi que les mouvements généraux de l'atmosphère ont lieu de l'ouest à l'est, le réseau météorologique ottoman, qui occupe l'extrême est du réseau météorologique européen, devenant par sa position le point de contrôle des théories et des prévisions relatives aux mouvements atmosphériques, nous nous estimerions heureux si nous pouvions contribuer au progrès de cette science, progrès dépendant de l'entente scientifique universelle. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur l'aurore polaire de la nuit du 4 au 5 février* 1872. Extrait d'une Lettre de Saint-Denis [île de la Réunion (lat. 20°51'43"S., long. 53°9'52" E.)], reçue à Paris le 9 mars 1872, par M. le Maréchal Vaillant.

« Nous avons eu, dans la nuit du 4 au 5 de ce mois, un spectacle splendide : une magnifique aurore australe s'est montrée à nos yeux. Vers 10 heures (environ $6^h 30^m$, heure de Paris), on aperçut une immense lueur dans le sud de l'île; on crut d'abord à un vaste incendie, mais c'était peu probable à la suite des pluies abondantes que nous avions eues. L'horizon s'empourpra davantage vers $11^h 30^m$ (8 heures, heure de Paris), et les montagnes, les arbres, se détachant en noir sur ce fond rouge, faisaient un très-bel effet. Peu à peu cette immense nappe de feu s'étendit de l'est à l'ouest; au travers, on voyait briller les étoiles; puis cette nappe se replia, et l'on vit d'immenses rayons qui semblaient partir comme des queues de fusées. Il y avait aussi de grandes raies blanches par groupes de quinze ou seize. Peu à peu la lueur rouge disparut, et l'aurore prit une teinte blanchâtre, qu'elle a conservée jusque vers 2 heures du matin ($10^h 30^m$ du soir, heure de Paris). »

*Extrait d'une autre Lettre de la Réunion, adressée à M. le Maréchal Vaillant.*

« Nous avons eu, dans la nuit du 4 au 5 de ce mois, un de ces phénomènes bien rares dans nos parages : c'est celui d'une magnifique aurore australe comme je n'en avais jamais vu. Ses premières lueurs ont paru vers $8^h 30^m$ (5 heures du soir, heure de Paris), et à 5 heures du matin ($1^h 30^m$ du matin, heure de Paris) elle était encore très-apparente; mais sa plus grande intensité a été de $11^h 30^m$ du soir à $1^h 30^m$ du matin (de 8 heures à 10 heures du soir, heure de Paris), avec des traînées de gris cendré ressemblant à des queues de comètes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur l'aurore polaire de la nuit du 4 au 5 février 1872*; *par* **M. Aug. Vinson.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. le Président.)

« Saint-Denis [Ile de la Réunion (lat. 20° 51′ 43″ S., long. 53° 9′ 52″ E.)], le 6 février 1872.

» Les faits qui intéressent la science sont utiles à recueillir sur tous les points du globe. Ils le deviennent davantage quand ils concernent la météorologie, où les phénomènes identiques ou solidaires se passent quelquefois sur une très-vaste étendue.

» C'est dans ce but que j'ai pensé devoir relater avec quelques détails les phénomènes dont la colonie de la Réunion (Bourbon) vient d'être témoin.

» Dans la nuit du 4 au 5 février 1872 une aurore australe a été vue de l'île de la Réunion.

» Ce beau phénomène météorique a commencé vers $8^h 30^m$ du soir (environ 5 heures, heure de Paris). A ce moment, le ciel s'est teinté d'une couleur de pourpre dont l'étendue s'est agrandie par degrés et en augmentant d'intensité du sud vers le sud-est, et du sud vers le sud-ouest. — On eût dit, tout d'abord, la déflagration d'un vaste volcan ou la lueur d'un immense incendie. Toute la partie du ciel qui bordait l'horizon était d'un pourpre foncé, d'une couleur sanglante ou rouge-feu. S'abaissant vers l'est et l'ouest, comme aux deux extrémités d'un arc immense, la coloration au sud montait jusqu'au zénith. Une partie de la Voie-Lactée était noyée dans la clarté lumineuse : l'étoile de première grandeur *Canopus* elle-même se trouvait envahie par la limite supérieure de la nappe colorée. Dans ce voile purpurin, la Croix-du-Sud, appuyée à ce moment sur le 24e degré, apparaissait avec tout son éclat; les étoiles sous-jacentes (les brillantes du *Compas*), quoique plus basses, scintillaient au travers et s'en dégageaient avec toute leur pureté. La lueur d'un vaste incendie, ou la déflagration d'un volcan (1), n'ayant pas la même ténuité, n'aurait point permis une telle pénétration des rayons stellaires : il fallait, pour laisser percer cet éther coloré, qu'il fût constitué tout entier par la transparence purpurine et lumineuse d'une aurore magnétique.

» Le doute ne fut plus permis par l'étendue du météore, son activité plus générale, la coloration magique du ciel, une diffusion plus harmonieuse de la lumière, sa transparence au-dessus des degrés inférieurs, et surtout par l'apparition soudaine d'immenses jets lumineux qui montaient de l'horizon vers le zénith, comme des colonnes de feu, des bandes ou des fusées d'une lumière plus blanche; plusieurs bandes se montraient parallèles, distantes de plusieurs degrés les unes des autres, et dressées comme de grandes queues de comètes. Quelques nuages qui passaient pendant la durée du phénomène, entre le spectateur et ce fond incandescent, flottaient en légers *cumuli-nimbi*, et se détachaient en noir comme des ombres errantes.

» De 10 à 11 heures ($6^h 30^m$ à $7^h 30^m$, heure de Paris), l'aurore parut atteindre son maximum d'intensité : par moment ses teintes semblaient se renforcer dans tous les points de leur immense étendue. Alors la clarté répandue sur nous était si vive que j'ai pu voir très-

(1) Ce qu'aurait pu faire supposer la position du spectateur derrière une ligne de montagnes, et la direction du volcan de l'île Bourbon. Vue de l'autre côté de l'île, la base du phénomène ne doit pas permettre cette illusion en émergeant de l'océan Indien derrière l'horizon.

distinctement les lignes de ma main, et à sa surface quelques taches fortuitement produites la veille par du nitrate d'argent. Les traits des personnes voisines se voyaient avec la même facilité de détail.

» Aucun bruit de froissement ou de crépitation ne se faisait entendre. Tout paraissait silencieux dans l'atmosphère pendant l'émission de l'orage magnétique que son développement extraordinaire au pôle sud nous faisait contempler de si loin.

» A minuit ($8^h 30^m$, heure de Paris), l'aurore australe prit une coloration rouge-brique et des bandes orangées se manifestèrent, animées d'un véritable mouvement d'ondulation.

» A 3 heures du matin ($11^h 30^m$ du soir, heure de Paris), le phénomène austral avait pâli : sa couleur rouge s'était lentement transformée en jaune d'or, comme dans un lever de soleil. C'était le phénomène, si rare pour nos régions, qui se dissipait et s'éteignait presque au moment où allaient naître les premières clartés du jour.

» On peut juger de l'immensité du météore et de sa beauté dans les régions polaires où il se développait et même dans les lieux environnants, quand on songe qu'à la distance où se trouve l'île de la Réunion, et n'en voyant que la partie supérieure, ce phénomène occupait une si large étendue, montait jusqu'au zénith et apparaissait encore avec un si grand éclat! Or la base et le corps du météore nous étaient complétement cachés par le cercle immense qui, se développant du pôle austral, vient s'arrêter à notre horizon. Combien la foule des spectateurs plus rapprochés, bien éclairés par ces feux magnétiques, dut être vivement émue! Pendant qu'à l'entour quelques-uns se livraient à la crainte que les états extraordinaires du ciel inspirent, j'étais jeté dans une profonde admiration d'un spectacle que je n'avais jamais vu porté à un si haut point de magnificence.

» Ce n'était pas la première fois qu'une aurore australe apparaissait à l'île de la Réunion. Il est probable que leur apparition a été confondue avec la lueur des éruptions volcaniques qui ont lieu dans cette île. Déjà, dans la nuit du 25 au 26 octobre 1870, une aurore australe un peu moins belle a été des mêmes lieux observée par nous. Je crois qu'une aurore boréale fut vue dans le même moment en France (1). La simultanéité des aurores magnétiques émises par le pôle nord et par le pôle sud est un fait déjà remarqué dans la science. Peut-être même l'aurore australe que nous venons d'admirer a-t-elle dépassé les limites de notre hémisphère. *En France, vous devez savoir si à la même date, aux heures correspondantes, une aurore boréale ou australe a été observée en Europe* (2).

» J'ai regretté de n'avoir pu suivre l'observation de l'aiguille aimantée sur la grande boussole à variations diurnes que possède la colonie. Cette étude eût été pleine d'intérêt. L'inattendu d'un pareil phénomène a été une surprise pour tous.

» Cependant les fils conducteurs du télégraphe électrique qui relient les divers quartiers de l'île, au rapport des chefs de service, ont été soumis à une perturbation incessante pendant la durée du phénomène austral dont je viens de vous exposer le tableau. »

---

(1) Des aurores boréales ont été observées à Paris dans les deux nuits consécutives du 24 au 25 et du 25 au 26 octobre 1870. (Voir *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 584 et suivantes, séance du 31 octobre 1870.)

(2) M. Vinson trouvera dans les numéros précédents des *Comptes rendus* les observations dont l'aurore polaire du 4 au 5 février 1872 a été l'objet en Europe. La réduction uniforme à l'heure de Paris lui montrera que les principales phases du phénomène ont été partout à peu près simultanées. M. Janssen, qui, dans la nuit du 4 au 5 février 1872, se trouvait

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relations entre l'apparition des aurores et le mouvement de la lune; par* **M. H. de Parville.**

« Je recueille depuis dix ans, selon un plan systématique, des observations relatives à l'influence de la lune sur les mouvements atmosphériques. Les résultats sont très-nets. Je n'aurais pas toutefois parlé déjà de ces recherches, désirant les soumettre à un contrôle encore plus long, si je n'avais trouvé dans quelques Communications récentes, concernant l'aurore du 4 février, l'idée exprimée sans précision, il est vrai, mais du moins clairement énoncée, d'une relation possible entre l'apparition des aurores et la distance des astres à la terre, et d'une intervention dans le phénomène des marées atmosphériques.

» L'influence de la position du Soleil, distance, déclinaison, a été examinée autrefois par de Mairan; les relevés de M. Boué et de M. Loomis la mettent hors de doute. Ainsi sur les aurores bien observées jusqu'en 1860, on compte seulement 60 apparitions pendant le mois de juin, 458 pour le mois de mars et 498 pour le mois d'octobre. C'est assez dire qu'il existe un maximum prononcé dans le voisinage des équinoxes. Les influences lunaires n'ont pas encore été mises de même en évidence. Aussi, pour pouvoir continuer mes études à loisir et éviter toute équivoque pour l'avenir, je demande à l'Académie la permission de prendre date en quelques lignes.

» Mes premières recherches sur ce sujet remontent à 1860; j'ai essayé alors de reprendre le problème délicat de l'équilibre de l'atmosphère en partant de l'expression analytique des composantes méridiennes du Soleil et de la Lune, donnée par Laplace. La discussion des six forces perturbatrices m'a conduit à un certain nombre de conséquences que je n'ai cessé depuis de contrôler par des observations méthodiques.

---

encore dans l'Inde, n'a été ni frappé ni averti de l'apparition d'aucune lueur inusitée, ce qui peut faire présumer que les deux aurores polaires sont restées isolées et ne se sont pas réunies à l'Équateur.

« Dans la nuit du 4 au 5, écrit-il, j'étais à Colombo, capitale de Ceylan (lat. 7° 10′ N., long. 77° 30′ E. environ). Je n'ai pas vu d'aurore; mais, n'observant pas en ce moment, je ne puis affirmer d'une manière absolue qu'il ne se soit rien produit dans le ciel à une heure avancée de la nuit. »

L'aurore boréale aurait probablement commencé à Colombo vers 10 heures du soir (heure indienne). Colombo est situé à plus de 24 degrés à l'E. de Saint-Denis (Réunion) et à près de 40 degrés à l'E. du point où la ligne tirée de Paris à Saint-Denis coupe l'Équateur. Il serait donc possible que les deux aurores polaires se fussent jointes à l'Équateur sans qu'on ait rien vu à Colombo. Ce seraient les observations faites sur le haut Nil qui pourraient éclaircir la question. Espérons qu'on en recevra. L. É. D. B.

» Plusieurs observateurs avaient déjà essayé de faire la part de la Lune dans la production des météores. On se rappelle les recherches de Flauguergues, de Schübler, de Toaldo, Nasmyth, Johnson, Park Harrison, Buys-Ballot, etc..... En général, les relevés de la plupart de ces observateurs accusent bien une influence de la Lune, mais d'un ordre à peu près insignifiant, dans le mécanisme des phénomènes météorologiques. Pour nous, au contraire, le rôle de la Lune est parfaitement tranché. La méthode suivie jusqu'ici dans le groupement des chiffres et des observations a été telle qu'elle masquait précisément les résultats à mettre en relief ou les laissait le plus souvent dans l'ombre. C'est à un tout autre point de vue qu'on ne l'a fait antérieurement qu'il faut envisager les influences sidérales. Nous reviendrons sur ce point avec l'agrément de l'Académie.

» En 1864, dans de nombreuses publications, nous n'hésitions plus à nous mettre en désaccord avec l'opinion qui a encore cours dans la science et à formuler la proposition suivante :

» La production des phénomènes atmosphériques de grande amplitude » est réglée par les mouvements combinés du Soleil et de la Lune. » Bourrasques, orages, aurores et leurs corollaires : variations barométriques, thermométriques, magnétiques, sont les effets d'une même cause et obéissent aux mêmes lois. Les grandes perturbations coïncident toujours avec « certains points astronomiques critiques, » qui se déduisent de notre théorie de l'équilibre atmosphérique.

» Notre but n'est pas aujourd'hui d'établir la généralité de ces lois, mais d'en signaler dans cette courte Note une application particulière à la périodicité des aurores sur laquelle l'attention vient d'être appelée. Il nous suffira d'indiquer les dates d'apparition des aurores dans ces dernières années, pour montrer que ces phénomènes concordent avec nos « points » astronomiques critiques, » tels que : apogée, périgée lunaires, lunistice, équilune, coïncidence de déclinaisons solaire et lunaire.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1869. | Avril | 3. | Aurore à Thursö; lunistice. |
| | » | 9. | Aurore dans le nord; apogée. |
| | » | 15. | Aurore en Angleterre; lunistice. |
| | Mai | 13. | Aurore, bourrasque; coïncidence de déclinaison. |
| | Sept. | 5. | Aurore, coup de vent; périgée, NL le 6. |
| | Oct. | 6. | Belle aurore, coup de vent; coïncidence de déclinaison. |
| 1870. | Fév. | 12. | Aurore en Écosse, orages; lunistice. |
| | Mars | 11. | Aurore à Greencastle, orages; coïncidence de déclinaison. |
| | Sept. | 4. | Aurore, coup de vent; lunistice. |
| | » | 24, 25. | Belles aurores; équilune. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Oct. | 14. | Aurore, orages; lunistice. |
| | » | 24, 25. | Aurore, bourrasque; périgée, coïncidence de déclinaison. |
| | Déc. | 13. | Belle aurore; lunistice. |
| 1871. | Janv. | 13. | Aurore à Thursö; équilune le 12. |
| | Fév. | 11. | Aurore en Angleterre; coïncidence. |
| | » | 12, 13. | Aurores; périgée le 13. |
| | » | 13, 14. | Aurores à Thursö; lunistice le 15. |
| | Mars | 13. | Aurore en Angleterre; lunistice le 14. |
| | Avril | 14. | Aurore à Thursö, bourrasque; coïncidence. |
| | Juill. | 15. | Aurore, orages; lunistice. |
| | » | 25. | Aurore à Roche's Point; périgée, lunistice. |
| | Août | 11. | Aurore à Valentia; apogée le 10. |
| | » | 12. | Aurore à Valentia; lunistice le 12. |
| | » | 13. | Aurore à Nairn; lunistice le 12. |
| | » | 16. | Aurore, bourrasque; coïncidence le 16. |
| | Sept. | 4. | Aurore et coup de vent; coïncidence le 3. |
| | » | 7. | Aurore en Angleterre; apogée, lunistice. |
| | » | 9. | Aurore à Shetland; lunistice le 8. |
| | » | 15. | Aurore à Roche's Point; coïncidence, équilune. |
| | » | 16. | Aurore à Roche's Point; coïncidence. |
| | Oct. | 4. | Aurore; apogée. |
| | » | 12. | Aurore à Thursö; coïncidence. |
| | » | 13. | Aurore à Thursö; équilune. |
| | » | 15. | Aurore à Londres, coïncidence le 14, périgée le 16. |
| | Nov. | 9. | Belle aurore à Londres; équilune. |
| | » | 11. | Belle aurore à Londres; coïncidence le 12, périgée le 13. |
| 1872. | Janv. | 9. | Aurore à Thursö; lunistice, périgée, NL. |
| | » | 10. | Aurore à Thursö; coïncidence le 11. |
| | Fév. | 4. | Brillante aurore; lunistice. |
| | » | 24. | Aurore, pluie; coïncidence. |

» Bien qu'il faille se défier, en thèse générale, des coïncidences, celles-ci sont assez répétées et assez rigoureuses pour qu'il soit difficile de ne pas admettre une relation de cause à effet de nature à jeter quelque lumière sur la théorie des aurores. »

PHYSIQUE. — *Voyages scientifiques.* Lettre de **M. Janssen** à M. Dumas, donnant une brève indication des divers résultats obtenus dans l'accomplissement de la mission qu'il avait reçue de l'Académie.

« Je viens d'arriver à Paris, ayant accompli la mission que l'Académie m'avait fait l'honneur de me confier. Mon retour s'est effectué dans les meilleures conditions. Après l'éclipse, que j'ai observée sur un des sommets

des monts Neelgherries, dans l'Inde centrale, je suis resté un mois dans mon observatoire, afin de profiter, pour certaines études, de l'un des plus beaux ciels que j'aie rencontrés dans mes voyages. Je suis ensuite descendu de ces montagnes, et j'ai visité une partie de l'Inde du sud, la province de Madras, puis l'île de Ceylan. Indépendamment des observations astronomiques, j'ai pu fixer la position actuelle, dans l'Inde, de l'équateur magnétique pour l'inclinaison, et faire des observations de physique terrestre. Enfin, je rapporte une collection d'animaux vivants ou conservés qui, je l'espère, sera de quelque utilité pour notre Muséum d'histoire naturelle.

» J'aurai l'honneur de présenter incessamment à l'Académie un Rapport d'ensemble sur ma mission. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques.* Note de **M. H. G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

CUBIQUES GÉNÉRALES.

« 1. Une cubique générale est de la sixième classe et douée de 9 tangentes d'inflexion. Les cubiques qui satisfont à *huit* conditions forment un système $(\mu, \mu')$. Soit $c'$ la classe de l'enveloppe des tangentes d'inflexion.

» 2. *Courbes singulières.* — 1° Il y a ordinairement dans un système un nombre de cubiques douées d'un point double; celui-ci est aussi un sommet double. Désignons ce nombre par $\varpi (= \varpi_0 + 2\varpi_1 + 4\varpi_2)$ (*). Nous ne comprenons pas dans ce nombre les cubiques composées dont nous allons parler.

» 2° Une courbe du système peut être composée d'une droite double et d'une droite simple, ou bien, si on la regarde comme enveloppe de tangentes, d'un sommet double au point d'intersection, et de quatre sommets simples placés sur la droite double. Nous appellerons ces courbes des *cubiques à branche double.*

» 3° Une courbe du système peut se réduire à une droite triple douée de six sommets.

» Aussi les deux dernières espèces de courbes singulières dépendent de *huit* conditions, et l'on en peut trouver dans un système satisfaisant à des conditions indépendantes entre elles.

» Nous ne nous occuperons ici que de systèmes *tangents à* 8 *courbes indépendantes entre elles, ou seulement à* 8 — $\alpha$ *courbes,* $\alpha$ *des points de contact étant donnés.*

---

(*) *Voir* ma Communication précédente. *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 605.

» Nous désignerons par $\nu_{\xi\eta}$ le nombre de cubiques à branche double d'un système dont la droite double est tangente à $\xi$ courbes données, dont le sommet se trouve sur $\eta$, et dont les contacts avec ces $\xi + \eta$ courbes sont dus à ces circonstances, et nous poserons

$$\Sigma 2^{\xi+\eta}\nu_{\xi\eta} = \nu_{00} + 2(\nu_{01} + \nu_{10}) + 4(\nu_{02} + \nu_{11} + \nu_{20}) + 8(\nu_{12} + \nu_{21}) = \nu.$$

» Nous désignerons par $\lambda_\xi$ le nombre des droites triples du système qui sont tangentes à $\xi$ des courbes données (et dont $\xi$ contacts sont dus à cette circonstance), et nous poserons

$$\Sigma 3^\xi \lambda_\xi = \lambda_0 + 3\lambda_1 + 9\lambda_2 = \lambda.$$

» Les nombres « théoriques » des courbes singulières du système seront $\varpi$ et des *multiples* de $\nu$ et de $\lambda$.

» 3. *Formules.* — Le principe de correspondance donne (*)

(1) $$4\mu = \mu' + A\nu + B\lambda,$$

(2) $$10\mu' = \mu + \varpi + C\nu + 3c',$$

(3) $$\mu' + 5\mu = c' + D\nu + 6E\lambda,$$

où A, B, C, D, E sont des coefficients entiers et positifs. On en déduit

(4) $$12\mu = \varpi + F\nu + G\lambda,$$

où

$$F = 7A + C - 3D, \quad G = 7B - 18E.$$

» Il sera possible de trouver les valeurs des coefficients A, B, F et G en appliquant les formules (1) et (4) aux systèmes élémentaires.

» 4. *Caractéristiques des systèmes élémentaires.* — Il n'y aura dans le système $(\alpha p, \beta l)$, où $\alpha + \beta = 8$, ni des cubiques à branche double, ni des droites triples *tant que* $\alpha > 4$. On sait que $N(9p) = 1$. Par conséquent, la formule (1) donne (**)

$$N[\alpha p, (9-\alpha)l] = 4^{9-\alpha} \quad \text{pour} \quad \alpha = 9, 8, 7, 6, 5.$$

(*) On trouve la formule (3) en cherchant le nombre des tangentes qui passent par un point donné et qui rencontrent la courbe en trois points coïncidents (Comparer la formule (4) de ma précédente communication).

(**) Ces résultats sont renfermés dans un théorème de M. *Bischoff*, auquel son auteur, ainsi que M. *de Jonquières*, avait donné d'abord un énoncé beaucoup trop large, mais que ce dernier savant a corrigé plus tard en y ajoutant l'indication des limites nécessaires. M. *de Jonquières* a donné après au même théorème des extensions considérables (Voir le *Journal de Crelle-Borchardt*, t. 66).

» On a donc dans le système $(4p, 4l)$

$$\mu = 256.$$

On trouve pour le même système

$$\varpi = 2784\left(= 480 + 2.4.240 + 4\cdot\frac{4.3}{2}\cdot 16\right),$$

$$\nu\left(= 4\nu_{20} = 4\cdot\frac{4.3}{2}\right) = 24, \quad \lambda = 0.$$

La formule (4) nous donne maintenant

$$24\mathrm{F} = 288 \quad \text{ou bien } \mathrm{F} = 12,$$

et la formule (1)

$$\mu' = 1024 - 24\mathrm{A}.$$

» On a donc dans le système $(3p, 5l)$

$$\mu = 1024 - 24\mathrm{A}.$$

On trouve

$$\varpi = 8832, \quad \nu = 240\left(\nu_{10} = 3\cdot\frac{5.4}{2}, \quad \nu_{11} = 3.5, \quad \nu_{21} = 3.5\right).$$

En substituant ces valeurs et $\mathrm{F} = 12$ dans la formule (4) on en déduit que $\mathrm{A} = 2$. Puis on trouve

$$\mu = 976, \quad \mu' = 3424.$$

» *Système* $(2p, 6l)$ :

$$\mu = 3424, \quad \varpi = 21828, \quad \nu = 885, \quad \lambda\,(= 9\lambda_2) = 9.$$

Les formules (4) et (1) nous donnent par conséquent

$$\mathrm{G} = 960 \quad \text{et} \quad \mu' = 11926 - 9\mathrm{B}.$$

» *Système* $(p, 7l)$ :

$$\mu = 11926 - 9\mathrm{B}, \quad \varpi = 39072, \quad \nu = 1470, \quad \lambda = 63.$$

La formule (4) nous donne

$$\mathrm{B} = 240.$$

On trouve ensuite

$$\mu = 9766, \quad \mu' = 21004.$$

» *Système* $(8l)$ :

$$\mu = 21004, \quad \varpi = 50448, \quad \nu = 0, \quad \lambda = 210.$$

La formule (4) sert ici seulement de vérification; (1) nous donne

$$\mu' = 33616.$$

» On a donc,

| pour $\alpha =$ | 4, | 3, | 2, | 1, | 0, |
|---|---|---|---|---|---|
| $N[\alpha p, (9-\alpha)l] =$ | 976, | 3424, | 9766, | 21004, | 33616; |

et les formules (1) et (4) deviennent

(1 *bis*) $$4\mu = \mu' + 2\nu + 240\lambda,$$

(4 *bis*) $$12\mu = \varpi + 12\nu + 960\lambda.$$

» En appliquant ces formules aux systèmes où un ou plusieurs des contacts ont lieu en des points donnés, on trouve,

| pour | $\alpha > 3$, | $\alpha = 3$, | 2, | 1, | 0, |
|---|---|---|---|---|---|
| $N[\alpha p, (7-\alpha)l, (pl)] =$ | $4^{7-\alpha}$, | 244, | 856, | 2344, | 4726, |
| $N[\alpha p, (5-\alpha)l, 2(pl)] =$ | $\underbrace{4^{5-\alpha}}$ | , | 62, | 220, | 576, |
| $N[\alpha p, (3-\alpha)l, 3(pl)] =$ | $\underbrace{4^{3-\alpha}}$ | | | , | 58, |
| $N[\alpha p, (1-\alpha)l, 4(pl)] =$ | $\underbrace{4^{1-\alpha}}$ | | | | . |

» La plupart de ces nombres sont caractéristiques ($\mu$ ou $\mu'$) de deux systèmes, ce qui donne lieu à de nouvelles vérifications (*).

» En déterminant ici les caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques, je crois être entré dans le chemin qu'il faut suivre pour résoudre successivement les mêmes questions pour des courbes d'un ordre plus élevé (**). On voit que les formules dont j'ai fait usage sont des cas parti-

---

(*) On évite, par ces vérifications, d'*oublier* des courbes singulières. Il y a aussi, dans cette théorie des cubiques générales, beaucoup d'autres moyens de vérification que ceux que je nomme ici.

(**) Dans les systèmes de courbes générales du quatrième ordre, les positions de onze des sommets d'une droite quadruple déterminent celle du douzième. Ce fait ne doit pas étonner; car les douze sommets sont les points d'intersection de la courbe-limite du quatrième ordre avec une courbe du troisième ordre qui se réduit à une droite triple coïncidant avec la droite double.

La théorie des systèmes de courbes planes a beaucoup de relations avec celle des surfaces algébriques. Je n'ai pas ici, dans le choix de mes notations, eu égard à ces relations, ce que les notations $b$, $c$, $c'$ pouvaient faire présumer.

culiers de formules plus générales, que je n'ai pas indiquées afin de n'avoir pas à m'occuper de coefficients qui étaient indifférents dans les questions actuelles. Aussi, dans la théorie des systèmes de cubiques, il reste encore beaucoup à faire. »

ANALYSE. — *Sur un changement de variables qui rend intégrables certaines équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« On a si peu de moyens d'intégrer les équations aux dérivées partielles du second ordre, même linéaires, mais à coefficients non constants, qu'il est bon de faire connaître tout procédé rendant intégrables certaines de ces équations. Je me propose d'exposer ici la méthode par laquelle, dans le problème des cylindres isostatiques produits à l'intérieur d'un solide homogène et ductile (*Comptes rendus*, 29 janvier 1872, p. 318), je suis arrivé aux deux variables indépendantes $h$ et $\alpha$ qui rendent l'intégration possible et même facile, méthode que j'ai reconnue depuis convenir également dans d'autres cas.

» Soit une équation de la forme

$$(1) \qquad \mathrm{R}r + 2\mathrm{S}s + \mathrm{T}t + \mathrm{P}p + \mathrm{Q}q + \mathrm{L}z = 0,$$

dans laquelle $z$ désigne une fonction de deux variables indépendantes $x$, $y$, et $p$, $q$, $r$, $s$, $t$ ses cinq dérivées respectives du premier et du second ordre en $x$ et $y$, enfin R, S, T, P, Q cinq fonctions données des deux mêmes variables, et L une constante. (On ramènerait immédiatement à cette forme une équation comme celle-ci

$$(2) \qquad \mathrm{R}r + 2\mathrm{S}s + \mathrm{T}t = 0,$$

où R, S, T dépendraient seulement de $p$ et $q$, en lui appliquant, comme je l'ai fait à la première page de l'article cité du 29 janvier, la transformation bien connue de Legendre, transformation qui consiste à prendre $p$ et $q$ pour variables indépendantes, au lieu de $x$ et $y$; celles-ci deviennent alors les dérivées respectives en $p$ et $q$ de la fonction $\varpi = px + qy - z +$ const., laquelle seule reste à déterminer.)

» Supposons qu'on puisse obtenir les intégrales générales $u =$ const. et $v =$ const. des deux équations différentielles

$$(3) \qquad \frac{dx}{\mathrm{R}} = \frac{dy}{\mathrm{S} + \sqrt{\mathrm{S}^2 - \mathrm{RT}}}, \quad \frac{dx}{\mathrm{R}} = \frac{dy}{\mathrm{S} - \sqrt{\mathrm{S}^2 - \mathrm{RT}}},$$

de manière à avoir deux fonctions $u$ et $v$ qui vérifient les deux équations aux dérivées partielles du premier ordre

$$(4)\quad\begin{cases}\dfrac{du}{dx}\mathrm{R}+\dfrac{du}{dy}(\mathrm{S}+\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})=0, \quad \text{ou} \quad (\mathrm{S}-\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})\dfrac{du}{dx}+\mathrm{T}\dfrac{du}{dy}=0,\\ \dfrac{dv}{dx}\mathrm{R}+\dfrac{dv}{dy}(\mathrm{S}-\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})=0, \quad \text{ou} \quad (\mathrm{S}+\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})\dfrac{dv}{dx}+\mathrm{T}\dfrac{dv}{dy}=0.\end{cases}$$

Nous pourrons prendre $u$ et $v$, au lieu de $x$ et $y$, pour variables indépendantes. Les formules de transformation seront

$$(5)\quad\begin{cases}\dfrac{dz}{dx}=\dfrac{dz}{du}\dfrac{du}{dx}+\dfrac{dz}{dv}\dfrac{dv}{dx}, \quad \dfrac{dz}{dy}=\dfrac{dz}{du}\dfrac{du}{dy}+\dfrac{dz}{dv}\dfrac{dv}{dy},\\ \dfrac{d^2z}{dx^2}=\ldots, \quad \dfrac{d^2z}{dx\,dy}=\ldots, \quad \dfrac{d^2z}{dy^2}=\ldots.\end{cases}$$

» Ces expressions des dérivées premières et secondes de $z$ par rapport à $x$ et à $y$, substituées respectivement à $p$, $q$, $r$, $s$, $t$ dans l'équation (1), la changeront, si l'on tient compte de (4), en celle-ci

$$(6)\quad 2\mathrm{S}_1\frac{d^2z}{du\,dv}+\mathrm{U}\frac{dz}{du}+\mathrm{V}\frac{dz}{dv}+\mathrm{L}z=0,$$

dans laquelle on a fait, pour abréger,

$$(7)\quad\begin{cases}\mathrm{S}_1=\mathrm{R}\dfrac{du}{dx}\left(\mathrm{R}\dfrac{dv}{dx}+\mathrm{S}\dfrac{dv}{dy}\right)+\dfrac{du}{dy}\left(\mathrm{S}\dfrac{dv}{dx}+\mathrm{T}\dfrac{dv}{dy}\right)\\ \quad=\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}}\left(\dfrac{du}{dx}\dfrac{dv}{dy}-\dfrac{du}{dy}\dfrac{dv}{dx}\right),\\ \mathrm{U}=\mathrm{R}\dfrac{d^2u}{dx^2}+2\mathrm{S}\dfrac{d^2u}{dx\,dy}+\mathrm{T}\dfrac{d^2u}{dy^2}+\mathrm{P}\dfrac{du}{dx}+\mathrm{Q}\dfrac{du}{dy}\\ \quad=\dfrac{du}{dx}\left[\mathrm{P}-\dfrac{d\mathrm{R}}{dx}-\dfrac{d(\mathrm{S}+\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})}{dy}\right]+\dfrac{du}{dy}\left[\mathrm{Q}-\dfrac{d(\mathrm{S}+\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})}{dx}-\dfrac{d\mathrm{T}}{dy}\right],\\ \mathrm{V}=\mathrm{R}\dfrac{d^2v}{dx^2}+2\mathrm{S}\dfrac{d^2v}{dx\,dy}+\mathrm{T}\dfrac{d^2v}{dy^2}+\mathrm{P}\dfrac{dv}{dx}+\mathrm{Q}\dfrac{dv}{dy}\\ \quad=\dfrac{dv}{dx}\left[\mathrm{P}-\dfrac{d\mathrm{R}}{dx}-\dfrac{d(\mathrm{S}+\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})}{dy}\right]+\dfrac{dv}{dy}\left[\mathrm{Q}-\dfrac{d(\mathrm{S}-\sqrt{\mathrm{S}^2-\mathrm{RT}})}{dx}-\dfrac{d\mathrm{T}}{dy}\right].\end{cases}$$

» Les troisièmes membres de ces dernières relations équivalent aux seconds en vertu des formules (4).

» L'équation (6) sera souvent plus simple que la proposée (1), et on pourra même l'intégrer en série d'exponentielles réelles ou imaginaires de la forme $\mathrm{A}e^{mu+nv}$, si les valeurs (7) de ses coefficients $\mathrm{S}_1$, U, V sont constantes.

» Soit, par exemple, l'équation

$$(8)\quad (x^2-y^2)(r-t)+4xys+(ax+by)p+(ay-bx)q+\mathrm{L}z=0,$$

$a$, $b$, L désignant trois constantes. On aura successivement

$$(9)\quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{R}=-\mathrm{T}=x^2-y^2,\quad \mathrm{S}=2xy,\quad \mathrm{P}=ax+by,\quad \mathrm{Q}=ay-bx,\\ u=\log\sqrt{x^2+y^2}-\operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x},\quad v=\log\sqrt{x^2+y^2}+\operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x},\\ \mathrm{S}_1=2,\quad \mathrm{U}=a+b-2,\quad \mathrm{V}=a-b-2,\end{array}\right.$$

et, par suite, en divisant (6) par 2,

$$(10)\qquad 2\frac{d^2z}{du\,dv}+\left(\frac{a+b}{2}-1\right)\frac{dz}{du}+\left(\frac{a-b}{2}-1\right)\frac{dz}{dv}+\frac{\mathrm{L}}{2}z=0.$$

» Celle-ci est à coefficients constants, et par conséquent intégrable. Son intégrale générale serait même simplement $z=f(u)+f_1(v)$, avec deux fonctions arbitraires $f$ et $f_1$, si l'on avait $\mathrm{L}=0$, $b=0$, $a=2$.

» Lorsque $\mathrm{L}=a=b=0$, l'équation (8) est précisément celle à laquelle la transformation de Legendre réduit l'équation aux dérivées partielles des cylindres isostatiques produits dans un solide ductile : la transformée (10) prendrait alors exactement la forme de celle (8) de l'article cité du 29 janvier, si l'on y remplaçait les deux variables $u$ et $v$ par les suivantes, plus spécialement adaptées au problème de ces cylindres,

$$h=\sqrt{x^2+y^2}\quad\text{et}\quad \alpha=\operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x}.$$

» Considérons encore l'équation

$$(11)\qquad \frac{r}{\mathrm{X}'^2}-\frac{t}{\mathrm{Y}'^2}-\frac{m\mathrm{X}''}{\mathrm{X}'^3}p+\frac{n\mathrm{Y}''}{\mathrm{Y}'^3}q+\mathrm{L}z=0,$$

où $m$, $n$, L désignent trois constantes, et $\mathrm{X}'$, $\mathrm{Y}'$, $\mathrm{X}''$, $\mathrm{Y}''$ les dérivées première et seconde de deux fonctions données X, Y, dépendant seulement, l'une de $x$ et l'autre de $y$. On aura ici

$$(12)\quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{R}=\frac{1}{\mathrm{X}'^2},\quad \mathrm{S}=0,\quad \mathrm{T}=-\frac{1}{\mathrm{Y}'^2},\quad \mathrm{P}=-\frac{m\mathrm{X}''}{\mathrm{X}'^3},\quad \mathrm{Q}=\frac{n\mathrm{Y}''}{\mathrm{Y}'^3},\\ u=\mathrm{X}-\mathrm{Y},\quad v=\mathrm{X}+\mathrm{Y},\\ \mathrm{S}_1=2,\quad \mathrm{U}=(1-m)\frac{\mathrm{X}''}{\mathrm{X}'^2}+(1-n)\frac{\mathrm{Y}''}{\mathrm{Y}'^2},\quad \mathrm{V}=(1-m)\frac{\mathrm{X}''}{\mathrm{X}'^2}-(1-n)\frac{\mathrm{Y}''}{\mathrm{Y}'^2}.\end{array}\right.$$

» Si donc on suppose que $\mathrm{X}'$, $\mathrm{Y}'$, et par suite X, Y soient respectivement

$$(13)\quad \mathrm{X}'=\frac{a}{1+\alpha x},\quad \mathrm{Y}'=\frac{b}{1+\beta y},\quad \mathrm{X}=\frac{a}{\alpha}\log(1+\alpha x),\quad \mathrm{Y}=\frac{b}{\beta}\log(1+\beta y),$$

$a$, $b$, $\alpha$, $\beta$ désignant quatre constantes, la transformée (6), devenue intégrable, sera

$$(14)\quad 4\frac{d^2z}{du\,dv}-\left[(1-m)\frac{\alpha}{a}+(1-n)\frac{\beta}{b}\right]\frac{dz}{du}-\left[(1-m)\frac{\alpha}{a}-(1-n)\frac{\beta}{b}\right]\frac{dz}{dv}+\mathrm{L}z=0.$$

» Dans le cas particulier où $\alpha=\beta=\mathrm{L}=0$, la proposée (11) n'est autre que l'équation classique des cordes vibrantes, et le mode de transformation qui la change en (14) se réduit précisément à celui dont se servent les auteurs d'analyse pour obtenir son intégrale sous forme finie $z=f(u)+f_1(v)$, ou $z=f(ax-by)+f_1(ax+by)$. »

PHYSIQUE. — *Quantité de magnétisme des électro-aimants.* Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Ed. Becquerel.

» J'ai appliqué la méthode que j'ai communiquée à l'Académie le 5 juin 1871 à la solution expérimentale du problème suivant :

» *Exprimer la quantité de magnétisme appliquée à chaque pôle d'un électro-aimant cylindrique, dont le noyau est un tube dépassant la bobine, en fonction de l'épaisseur e et du rayon r du tube, de l'intensité i du courant, des dimensions de la bobine.*

» Je rappelle le principe de cette méthode.

» L'électro-aimant est placé verticalement au-dessous d'un conducteur circulaire horizontal, suspendu à ma *balance électrodynamique*, de façon que le centre de ce conducteur soit sur l'axe de l'électro-aimant. On fait passer le même courant d'intensité $i$ dans la bobine et dans le conducteur de la balance, de manière qu'il y ait répulsion, et l'on mesure en poids cette répulsion.

» A chaque expérience, on commence par ôter la bobine du circuit en la remplaçant par un fil de même résistance, et par neutraliser l'action du noyau sur le conducteur de la balance à l'aide d'un conducteur annulaire, traversé par le courant, et fixé à une hauteur convenable au-dessous de l'électro-aimant. On évite ainsi les effets de l'induction exercée par le conducteur de la balance, ceux du magnétisme terrestre et ceux du magnétisme permanent du noyau.

» Lorsqu'on met ensuite la bobine dans le circuit, la répulsion observée est due à la bobine et au noyau. On en retranche la répulsion de la bobine seule mesurée séparément; la différence est la force F, due au magnétisme temporaire.

» En prenant les unités définies dans ma Note précédente, on calcule la quantité de magnétisme par la formule

$$(1) \qquad m = 0,0017453 \frac{F}{Pi}.$$

» Le coefficient numérique dépend de la disposition du conducteur de la balance. La quantité P est une fonction de la distance de l'électro-aimant à ce conducteur, et de la distance polaire du noyau, conforme aux lois des actions électromagnétiques. On la déduit expérimentalement des valeurs de F, observées pour diverses distances de l'électro-aimant, toutes choses égales d'ailleurs, et l'on s'en sert ensuite pour calculer la distance polaire.

» Mes premières expériences ont eu pour but de déterminer la quantité P pour les différents électro-aimants que je voulais employer, et pour des distances assignées. C'est ainsi que j'ai observé les faits suivants avec une première série de tubes de fer, ayant 42 centimètres de longueur, 8 centimètres de diamètre, et des épaisseurs croissant à partir de $\frac{1}{2}$ millimètre, puis avec une seconde série de tubes de mêmes dimensions, sauf le diamètre, qui était de 5 centimètres. Ces tubes dépassaient la bobine de 5 centimètres au moins à chaque extrémité.

» 1° Quand on rapproche l'électro-aimant du conducteur de la balance, la distance polaire du noyau augmente sensiblement.

» 2° La distance polaire augmente avec l'épaisseur du tube, jusqu'à ce que celle-ci ait atteint une certaine valeur, qui était de 5 millimètres avec ceux que j'employais.

» 3° Pour les tubes de même épaisseur et de diamètres différents, la distance polaire est sensiblement la même.

» 4° La distance polaire ne dépend pas de l'intensité du courant.

» Après ces expérieuces préliminaires, j'ai abordé la solution du problème proposé.

» *Influence des dimensions de la bobine.* — Lorsque le noyau dépasse suffisamment la bobine, la quantité de magnétisme est proportionnelle au nombre $s$ des spires, quel que soit leur diamètre. Ce résultat de la théorie est conforme aux observations, et il est admis généralement. On a donc

$$(2) \qquad m = s\varphi(r, e, i).$$

» *Influence du diamètre du tube.* — J'ai placé dans la bobine successivement cinq tubes de même épaisseur, et ayant pour rayons

$$r = 40^{mm}, \quad 35, \quad 30, \quad 25, \quad 20.$$

» J'ai trouvé que les forces F décroissaient en progression arithmétique, toutes choses égales d'ailleurs.

» Il résulte de la troisième observation faite plus haut que les quantités de magnétisme suivent la même loi, de sorte que

$$m = s\,(\mathrm{A} + \mathrm{B}x)\,\psi\,(e, i), \tag{3}$$

A et B étant deux constantes.

» *Influence de l'intensité du courant.* — Quand on fait varier l'intensité $i$ seulement, on observe que les forces F se représentent par la formule

$$\mathrm{F} = \mathrm{P}i\,\mathrm{A}' \operatorname{arc tang} \mathrm{B}'i. \tag{4}$$

» La constante A′ dépend de l'épaisseur et du rayon du tube; la constante B′ ne dépend que de l'épaisseur.

» Cette relation montre l'existence de la *limite d'aimantation* dont le noyau s'approche de plus en plus, quand on augmente l'intensité du courant.

» *Influence de l'épaisseur du tube.* — Quand on fait varier l'épaisseur $e$ seulement, on représente les résultats observés par la formule

$$\mathrm{F} = \mathrm{P}\mathrm{A}''e^{\frac{6}{5}} \operatorname{arc tang} \frac{\mathrm{B}''}{e^{\frac{6}{5}}}. \tag{5}$$

La constante A″ dépend du rayon du tube et de l'intensité; la constante B″ ne dépend que de l'intensité.

» Les deux formules précédentes sont rassemblées dans la suivante

$$\mathrm{F} = \mathrm{P}i\,\mathrm{D}e^{\frac{6}{5}} \operatorname{arc tang} \frac{\mathrm{C}i}{e^{\frac{6}{5}}}. \tag{6}$$

La constante C est indépendante de toutes les variables considérées, tandis que D dépend du rayon du tube et du nombre des spires de la bobine.

» On trouve dans le tableau suivant le résumé de six séries d'expériences dans lesquelles on a fait varier $i$, $e$, $r$. L'accord du calcul et de l'observation semble satisfaisant, si l'on a égard au grand nombre de données expérimentales qui entrent dans le calcul.

» En évaluant l'épaisseur $e$ en millimètres, l'arc en secondes, l'intensité prise pour unité étant celle du courant qui décompose 9 milligrammes d'eau en une seconde, et la force F étant évaluée en décigrammes, on a pour les constantes

$$\log \mathrm{C} = 1{,}90115$$

$$\log \mathrm{D} = \begin{cases} \bar{2}{,}66186 \text{ avec } r = 40^{\mathrm{mm}}, \\ \bar{2}{,}53970 \text{ avec } r = 25. \end{cases}$$

» On a inscrit dans le tableau les valeurs de P, dont on a fait usage.

| INTENSITÉ $i$ | $e = 0^{mm},45$ P = 0,2324 F | | $e = 0^{mm},75$ P = 0,2399 F | | $e = 1^{mm},80$ P = 0,2425 F | | $e = 4^{mm},7$ P = 0,2451 F | | $e = 9^{mm},0$ P = 0,2451 F | | $e = 40^{mm},0$ P = 0,2451 F | | RAYON $r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Obs. | Calc. | Obs. | Calc. | Obs. | Calc. | Obs. | Calc. | Obs. | Calc. | Obs. | Calc. | |
| 0,007530 | 6,35 | 6,36 | 8,25 | 8,51 | 10,05 | 10,07 | 10,35 | 10,45 | » | » | 10,95 | 10,48 | $40^{mm}$ |
| 0,011664 | 11,6 | 11,61 | 17,1 | 17,17 | 23,2 | 23,32 | 25,3 | 24,96 | » | » | 26,64 | 25,14 | |
| 0,022063 | 25,6 | 25,25 | 40,5 | 42,14 | 71,5 | 73,29 | 88,0 | 87,80 | » | » | 91,75 | 90,0 | |
| 0,026355 | 30,6 | 30,92 | 49,8 | 52,79 | 95,5 | 98,41 | 124,1 | 124,0 | » | » | 132,25 | 128,6 | |
| 0,033508 | 42,1 | 40,39 | 69,0 | 70,67 | 139,9 | 143,5 | 197,9 | 196,6 | » | » | » | » | |
| 0,022063 | 18,8 | 19,06 | 31,4 | 31,81 | 49,5 | 52,84 | 66,1 | 66,1 | 69,5 | 67,54 | » | » | $25^{mm}$ |

» *Formule générale.* — La solution du problème proposé est donc

(7) $$m = S(A + Br)\, e^{\frac{6}{5}} \text{ arc tang } \frac{Ci}{e^{\frac{6}{5}}};$$

les constantes A, B, C ne dépendant que des unités adoptées.

» En prenant pour unité de longueur le *décimètre*, pour unité de magnétisme celle qui, appliquée en un point, et agissant sur une égale quantité appliquée en un autre point à la distance de 1 *décimètre*, produit une force de 1 *décigramme à Paris*, et évaluant l'arc en secondes, on a

$$A = \frac{1}{10^4}\, 0,072582,$$

$$B = \frac{1}{10^4}\, 0,342654,$$

$$C = 0,317065.$$

On passe à l'unité de Gauss, en multipliant par 99067,87.

» La formule (7) convient aux noyaux pleins; il suffit de faire $e = r$.

» Si l'on suppose

$$s = 1, \quad e = r = 1, \quad i = 1,$$

on a

(8) $$m_0 = (A + B) \text{ arc tang } C = 26,297.$$

» Telle est *la quantité de magnétisme développée à chaque pôle d'un cylindre plein, ayant un rayon d'un décimètre, lorsqu'il est aimanté par un seul tour de fil, parcouru par un courant capable de dégager un milligramme d'hydrogène en une seconde.* C'est une nouvelle constante du magnétisme. »

ARÉOMÉTRIE. — *Étude sur les densités de l'acide chlorhydrique; par* **M. Kolb.**

« La plupart de nos constructeurs d'aréomètres sont aujourd'hui arrivés à donner à ces instruments une précision telle, qu'il est facile à l'observateur le moins exercé d'évaluer la densité d'un liquide avec une approximation de $\frac{1}{5}$ de degré Baumé.

» Mais cette précision reste sans valeur et sans intérêt chaque fois qu'on ne possède pas, en même temps qu'un aréomètre sensible, des données rigoureusement établies sur la relation entre la composition du liquide à essayer et sa densité à une température donnée.

» C'est le cas qui se présente encore actuellement pour l'acide chlorhydrique. Deux tables ont été dressées, il est vrai, pour établir cette relation : l'une par Davy, l'autre par le docteur Ure; mais ces tables, quoique construites pour la même température (15 degrés centigrades) ne sont pas d'accord.

» Ainsi, pour un acide ayant pour densité 1,194, le docteur Ure assigne une composition de 39,6 gaz chlorhydrique pour 100, tandis que Davy n'indique que 38,8, ce qui fait 2 pour 100 de différence dans la teneur en gaz chlorhydrique.

» De même, pour un acide ayant pour densité 1,114, Davy indique 22,2 gaz chlorhydrique pour 100; et Ure donne 23,2. Il y a donc encore ici une divergence de 4 pour 100.

» En présence de ces faits, je me suis proposé de répéter pour l'acide chlorhydrique les essais densimétriques que j'avais entrepris pour l'acide azotique. (*Annales de Physique et de Chimie*, 4e série, t. X.) J'ai opéré sur de l'acide chlorhydrique pur : j'ai déterminé les densités aux températures zéro et 15 degrés au moyen d'un flacon de Regnault, en prenant toutes les précautions nécessaires pour avoir des résultats rigoureux et en ramenant au vide toutes les pesées.

» Après la prise de densité, le liquide même pesé dans le flacon a été analysé, et le gaz chlorhydrique dissous a été dosé à l'état de chlorure d'argent.

» En saturant avec du gaz chlorhydrique de l'eau maintenue à zéro, on obtient un liquide contenant jusqu'à 45,3 pour 100 de ce gaz, mais il est très-difficile d'en déterminer avec précision la densité. En effet, les travaux de MM. Roscoe et Dittmar nous apprennent que la proportion de gaz dissous varie non pas seulement avec la température, mais aussi avec la pression, et j'ai constaté à plusieurs reprises qu'un semblable liquide est tel-

lement instable, que le seul fait de remplir ou de vider le flacon, de le boucher ou de le déboucher, suffit pour provoquer une série de départs de bulles gazeuses, assez nombreuses pour ôter toute certitude à l'essai. Un semblable acide ne se présente du reste jamais dans la pratique, et je me suis borné à commencer ma série de recherches au liquide saturé de gaz à 15 degrés qui est beaucoup plus stable que le précédent.

» La détermination des densités d'un même échantillon à zéro et à 15 degrés, permet d'établir le coefficient de dilatation entre ces températures des acides plus ou moins dilués.

» Le coefficient de l'acide le plus concentré (43,09 HCl pour 100) est 0,058, c'est-à-dire 9 fois plus fort que celui de l'eau.

» Celui de l'acide commercial ordinaire (36,63 HCl pour 100 est 8 fois plus élevé que celui de l'eau. On conçoit donc qu'il y a une grande importance à tenir compte de la température dans les prises de degrés aréométriques; car, pour l'acide commercial, par exemple, le même acide marquant 22 degrés contiendra 35,7 ou 34,1 HCl pour 100, suivant qu'on a opéré à zéro ou à 15 degrés, ce qui constitue une différence de 4,5 pour 100 dans la richesse en gaz dissous.

» La table suivante indique les résultats que j'ai obtenus : j'ai tracé la courbe, et il est à remarquer que cette courbe est, depuis l'origine jusqu'à la densité 1,190 environ, une ligne parfaitement droite, dans laquelle se trouvent compris les acides types du commerce. Ce n'est que dans le voisinage de la densité 1,190 que la courbure se prononce.

» J'ai ensuite dressé, par interpolation, une table répondant aux exigences de l'industrie. Dans le commerce, on adopte, suivant les localités, tantôt l'acide à 20 degrés, tantôt celui à 21 degrés, tantôt enfin celui à 22 degrés comme type. J'ai donc fait figurer également ces trois types dans la partie de ma table, où tous les éléments sont rapportés à la température 15 degrés.

*Table pour les usages industriels.*

| Degré aréométrique. | Densité. | 100 parties contiennent, à 0°, HCl. | 100 parties contiennent, à 15°, | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | HCl. | acide à 20°. | acide à 21°. | acide à 22°. |
| 0....... | 1,000 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 1....... | 1,007 | 1,4 | 1,5 | 4,7 | 4,4 | 4,2 |
| 2....... | 1,014 | 2,7 | 2,9 | 9,0 | 8,6 | 8,1 |
| 3....... | 1,022 | 4,2 | 4,5 | 14,1 | 13,3 | 12,6 |
| 4....... | 1,029 | 5,5 | 5,8 | 18,1 | 17,1 | 16,2 |
| 5....... | 1,036 | 6,9 | 7,3 | 22,8 | 21,5 | 20,4 |

| Degré aréométrique. | Densité. | 100 parties contiennent, à 0°, HCl. | 100 parties contiennent, à 15°, HCl. | acide à 20°. | acide à 21°. | acide à 22°. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6....... | 1,044 | 8,4 | 8,9 | 27,8 | 26,2 | 24,9 |
| 7....... | 1,052 | 9,9 | 10,4 | 32,6 | 30,7 | 29,1 |
| 8....... | 1,060 | 11,4 | 12,0 | 37,6 | 35,4 | 33,6 |
| 9....... | 1,067 | 12,7 | 13,4 | 41,9 | 39,5 | 37,5 |
| 10....... | 1,075 | 14,2 | 15,0 | 46,9 | 44,2 | 42,0 |
| 11....... | 1,083 | 15,7 | 16,5 | 51,6 | 48,7 | 46,2 |
| 12....... | 1,091 | 17,2 | 18,1 | 56,7 | 53,4 | 50,7 |
| 13....... | 1,100 | 18,9 | 19,9 | 62,3 | 58,7 | 55,7 |
| 14....... | 1,108 | 20,4 | 21,5 | 67,3 | 63,4 | 60,2 |
| 15....... | 1,116 | 21,9 | 23,1 | 72,3 | 68,1 | 64,7 |
| 16....... | 1,125 | 23,6 | 24,8 | 77,6 | 73,2 | 69,4 |
| 17....... | 1,134 | 25,2 | 26,6 | 83,3 | 78,5 | 74,5 |
| 18....... | 1,143 | 27,0 | 28,4 | 88,9 | 83,8 | 79,5 |
| 19....... | 1,152 | 28,7 | 30,2 | 94,5 | 89,0 | 84,6 |
| 19,5..... | 1,157 | 29,7 | 31,2 | 97,7 | 92,0 | 87,4 |
| 20 ...... | 1,161 | 30,4 | 32,0 | 100,0 | 94,4 | 89,6 |
| 20,5..... | 1,166 | 31,4 | 33,0 | 103,3 | 97,3 | 92,4 |
| 21....... | 1,171 | 32,3 | 33,9 | 106,1 | 100,0 | 94,9 |
| 21,5..... | 1,175 | 33,0 | 34,7 | 108,6 | 102,4 | 97,2 |
| 22....... | 1,180 | 34,1 | 35,7 | 111,7 | 105,3 | 100,0 |
| 22,5..... | 1,185 | 35,1 | 36,8 | 115,2 | 108,6 | 103,0 |
| 23....... | 1,190 | 36,1 | 37,9 | 118,6 | 111,8 | 106,1 |
| 23,5..... | 1,195 | 37,1 | 39,0 | 122,0 | 115,0 | 109,2 |
| 24....... | 1,199 | 38,0 | 39,8 | 124,6 | 117,4 | 111,4 |
| 24,5..... | 1,205 | 39,1 | 41,2 | 130,0 | 121,5 | 115,4 |
| 25....... | 1,210 | 40,2 | 42,4 | 132,7 | 125,0 | 109,0 |
| 25,2..... | 1,212 | 41,7 | 42,9 | 134,3 | 126,6 | 120,1 |

*Résultats donnés par l'expérience.*

| 100 parties contiennent HCl. | Densités à 0°. | Densités à 15°. |
|---|---|---|
| 2,22 | 1,0116 | 1,0103 |
| 3,80 | 1,0202 | 1,0189 |
| 6,26 | 1,0335 | 1,0310 |
| 11,02 | 1,0581 | 1,0557 |
| 15,20 | 1,0802 | 1,0751 |
| 18,67 | 1,0988 | 1,0942 |
| 20,91 | 1,1101 | 1,1048 |
| 23,72 | 1,1258 | 1,1196 |
| 25,96 | 1,1370 | 1,1308 |

| 100 parties contiennent HCl. | Densité. | |
|---|---|---|
| | à 0°. | à 15°. |
| 29,72 | 1,1569 | 1,1504 |
| 31,50 | 1,1666 | 1,1588 |
| 34,24 | 1,1806 | 1,1730 |
| 36,63 | 1,1931 | 1,1844 |
| 38,67 | 1,2026 | 1,1938 |
| 40,51 | 1,2110 | 1,2021 |
| 41,72 | 1,2165 | 1,2074 |
| 43,09 | 1,2216 | 1,2124 |

ASTRONOMIE MÉTÉORIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les aurores polaires, les protubérances et taches solaires et la lumière zodiacale.* Note de M. H. Tarry, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« L'état avancé de la science et les moyens nouveaux d'investigation dont elle dispose depuis quelques années permettent d'espérer que l'on trouve enfin une explication satisfaisante du mystérieux phénomène des aurores polaires, « de cette énigme, dont il faut à tout prix trouver le mot », comme le dit M. le Président de l'Académie, dans une des dernières séances.

» L'élan a d'ailleurs été donné par l'apparition, sur tout un hémisphère, de la magnifique aurore du 4 février dernier; car, dans la seule séance du 19, quatre théories différentes sur l'origine des aurores polaires ont été présentées à l'Académie.

» De nouveaux faits étant venus confirmer celle que j'ai cru pouvoir formuler (1) en coordonnant les travaux faits dans ces dernières années, je demande la permission de les faire connaître.

» Grâce à l'entente qui existe entre les astronomes des divers observatoires, notamment en Italie, pour l'observation spectroscopique de la lumière solaire, l'opinion qui fait remonter aux phénomènes d'activité extraordinaire de notre astre central l'origine des aurores polaires peut s'appuyer sur des faits nombreux et précis.

» Le mois de février 1872 a été remarquable, à la fois, par le grand nombre d'aurores polaires qui ont été signalées en Europe et par une augmentation notable de l'activité solaire. D'après les observations de M. Tacchini, voici les résultats qui ont été obtenus à Palerme pour le nombre des taches et des trous de la surface solaire (2).

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 549.
(2) *Gazetta di Palermo*, 2 mars 1872.

| Février 1872. | Taches. | Trous. | Février 1872. | Taches. | Trous. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1....... | 21 | 65 | 17....... | 11 | 17 |
| 2....... | 24 | 70 | 18....... | 5 | 24 |
| 5....... | 16 | 102 | 19....... | 4 | 13 |
| 6....... | 16 | 79 | 20....... | 4 | 10 |
| 7....... | 21 | 50 | 25....... | 17 | 42 |
| 9....... | 16 | 24? | 28....... | 22 | 63 |
| 13....... | 13 | 36 | 29....... | 18 | 74 |
| 14....... | 14 | 26? | Moyenne..... | 15 | 46 |

» On voit, par ce tableau, qu'il y a eu deux *maxima* en février; le premier a coïncidé avec la belle aurore boréale du 4 février, le second avec une autre belle aurore qui a été observée les 27 et 28 février à Gênes, Mondovi et Moncalieri.

» Le 28 février, au matin, l'astronome Tacchini a pu profiter d'une courte éclaircie pour mesurer la grandeur des divers groupes de taches, et il a trouvé qu'elle correspondait à $58\frac{1}{2}$ fois la surface du globe terrestre.

» Pour M. Tacchini, pas plus que pour le P. Denza, il n'est douteux que les aurores que l'on observe sur la terre ne soient intimement liées aux phénomènes qui se produisent sur le Soleil, et, dès le 23 avril 1871, dans une conférence publique tenue à Palerme, il développait cette opinion que « nos aurores polaires ne sont autre chose, au moins dans le plus grand » nombre des cas, qu'un phénomène d'induction électrique dû aux » grandes aurores qui se produisent sur le Soleil. »

» Dans l'année qui vient de s'écouler, du 1er mars 1871 au 1er mars 1872, M. Tacchini a observé à Palerme et dessiné près de *trois mille* protubérances solaires, réparties sur 178 jours d'observations; les faits ainsi accumulés sont venus confirmer l'opinion qu'il a exprimée il y a un an. Car, en traçant la courbe de variation des taches et protubérances et la comparant aux apparitions de 75 aurores polaires notées pendant le même intervalle, il a mis en évidence une relation incontestable entre ces phénomènes.

» Sur ces 75 aurores, 43 ont été vues en Italie et 10 à Palerme, et si on en a vu presque une par mois dans une station placée d'une manière si défavorable, c'est précisément parce que leur observation n'est pas due au hasard, M. Tacchini ayant, en quelque sorte, prédit leur apparition d'après l'aspect que le Soleil présentait dans la journée.

» Sur 42 aurores polaires qui correspondent à des observations spectroscopiques solaires dans l'intervalle précité, il n'y en a que 7 qui n'étaient

pas accompagnées de protubérances, explosions, ou autres phénomènes indiquant une activité solaire extraordinaire.

» Tous ces faits sont de nature à rendre extrêmement probable la relation de cause à effet qui paraît exister entre ces deux sortes de phénomènes terrestres et solaires; il reste seulement à définir le mode suivant lequel cette influence solaire se propage jusqu'à notre globe pour produire ces *orages magnétiques* dont l'aurore polaire est la manifestation lumineuse.

» J'ai indiqué les débris de comètes, comme le milieu qui sert à cette propagation à travers les espaces interplanétaires. M. Tacchini indique de son côté la *lumière zodiacale*, cette grande nébulosité qui entoure le Soleil sous forme d'un anneau lenticulaire et s'étend jusqu'à la terre.

» Les deux opinions se confondent et s'accordent même avec la théorie de M. Silbermann, si l'on admet que la lumière zodiacale est formée précisément de cette matière que les comètes abandonnent dans le voisinage de leur périhélie et qui, lorsque leur queue est traversée par la terre, nous apparaît sous forme d'étoiles filantes.

» En fait, l'observation constate que les apparitions d'aurores polaires coïncident avec une extension remarquable de la lumière zodiacale. Le directeur de l'observatoire de Gênes, M. Garibaldi, a en effet remarqué que la lumière zodiacale avait une splendeur inusitée pendant les soirées des 31 janvier, 1, 2 et 3 février dernier qui ont précédé la magnifique aurore du 4 février, ainsi que pendant les soirées des 26 et 27 février, précisément au moment où on observait dans l'Italie septentrionale une belle aurore polaire et en Sicile une recrudescence dans les phénomènes d'activité solaire.

» Dominique Cassini avait, d'ailleurs, remarqué que les variations de la lumière zodiacale sont liées à l'apparition des taches solaires, de telle sorte, par exemple, qu'il y aurait eu dépendance directe et non pas seulement coïncidence fortuite entre la faiblesse de la lumière zodiacale en 1688 et l'absence de toute tache ou facule sur le disque solaire de cette même année (1).

» Rappelons d'un autre côté l'observation si intéressante que M. Colla, directeur de l'observatoire de Parme a adressée à l'Académie des Sciences, en 1846 (2), et d'après laquelle il se produit *constamment*, dans la direction du méridien magnétique, une lueur singulière, analogue à la lumière zodia-

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences* avant 1789, tome VIII, page 209.

(2) *Comptes rendus*, 1845, tome XX, page 323.

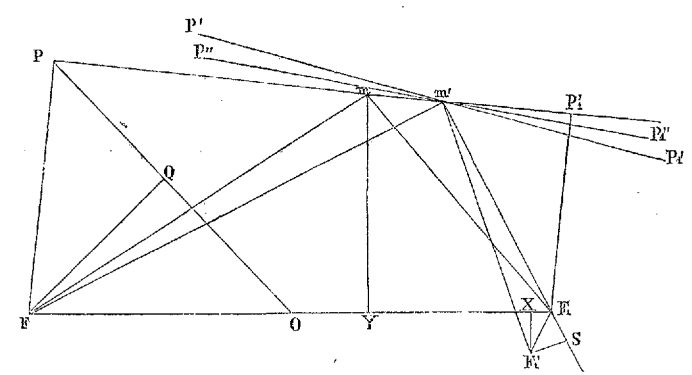
cale, ayant la forme d'une zone parallèle à l'horizon, large de 10 à 12 degrés, et dont l'intensité augmente avec les perturbations de l'aiguille aimantée; lumière magnétique dont les aurores polaires ne seraient, suivant M. l'abbé Moigno (1), qu'une exagération périodique.

» Enfin M. Respighi a annoncé récemment à l'Académie qu'il avait pu identifier le spectre de la lumière zodiacale avec celui de l'aurore polaire, et que « ce spectre continu était donné également par la faible lumière qui » éclairait le ciel dans tous les azimuts et à toutes les hauteurs, partout » aussi distinct que sur la lumière zodiacale » (2).

» Il est probable que ce spectre pourrait être observé très-fréquemment lorsque les circonstances atmosphériques sont favorables, et tous ces faits ne permettent plus de douter de l'origine *cosmique* des aurores polaires. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Théorie géométrique du mouvement des Planètes.* Note de **M. H. Resal**, présentée par M. Delaunay.

« Cette Note a pour principal objet de faire voir comment la considération de l'accélération conduit simplement aux formules données par Lagrange, dans sa *Théorie géométrique du mouvement des Aphélies* (*Œuvres de Lagrange*, t. V).




» 1° *Mouvement elliptique.* — Soient

$a$, $b$, $c$, $2p = \frac{2b^2}{a}$, T, $K = \pi\frac{ab}{T}$ le grand axe, le petit axe, l'excentricité, le paramètre de l'orbite, la durée d'une révolution et l'aire décrite par le rayon vecteur dans l'unité du temps;

(1) *Répertoire d'optique moderne*, par l'abbé Moigno, tome II, page 410.

(2) *Comptes rendus*, tome LXXIV, page 515.

F le centre du Soleil, $F_1$ le second foyer, O le centre de l'ellipse, FP la perpendiculaire abaissée de F sur la tangente en $m$;

$v$, $w$, $u$ la vitesse et ses composantes suivant $Fm = r$ et sa perpendiculaire;

$\varphi$ l'accélération de la planète, $\varphi'$ et $\varphi''$ ses composantes tangentielle et normale.

» Dans un Traité de Mécanique élémentaire, publié en 1852, j'ai démontré géométriquement que $\varphi$ est dirigée suivant $m$F, et que l'on a

(1) $$v = \frac{2K}{FP},$$

(2) $$u = \frac{2K}{r},$$

(3) $$\varphi = 4\frac{aK^2}{b^2}\frac{1}{r^2} = 4\pi^2\frac{a^3}{T^2}\frac{1}{r^2} = \frac{\mu}{r^2},$$

d'où, par l'élimination de K entre (2) et (3),

$$p = \frac{u^2}{\varphi}.$$

On peut ainsi construire géométriquement le paramètre connaissant la vitesse en grandeur et en direction pour une position déterminée de la Planète. On a aussi, en éliminant K entre (1) et (2),

(4) $$p = \frac{v\overline{FP}^2}{r^2\varphi} = \frac{v^2}{\mu}\overline{FP}^2.$$

Soit Q la projection de F sur le diamètre PO qui est parallèle à $Fm_1$; on a

$$\overline{OF}^2 = \overline{FP}^2 + a^2 - 2a\,PQ, \quad \overline{OF}^2 = a^2 - b^2 = a^2 - ap,$$

d'où

$$a = \frac{\overline{FP}^2}{2PQ - p}.$$

Une construction géométrique simple fait connaître la position O, et l'ellipse est complétement déterminée.

» La similitude des triangles PF$m$, PFQ donne

$$PQ = \frac{\overline{PF}^2}{r},$$

d'où, en vertu de (4),

(5) $$a = \frac{1}{\frac{2}{r} - \frac{v^2}{\mu}}.$$

» 2° *Mouvement troublé.* — Supposons que $m$ reçoive, en outre de $\varphi$, une accélération $\Psi$ constamment comprise dans le plan déterminé par $v$ et F; la trajectoire restera plane. Considérons l'ellipse que décrirait $m$ si tout à coup $\Psi$ venait à s'annuler; cette ellipse se construira comme on vient de l'indiquer. Au bout du temps $dt$, ou lorsque le mobile sera venu en $m'$, les éléments de l'ellipse auront éprouvé des variations que nous allons déterminer.

» Nous remarquerons, en premier lieu, que $dr = w\,dt$, $m\widehat{\mathrm{F}m'} = \frac{u}{r}\,dt$ ont les mêmes valeurs que $m$ se meuve sur l'ellipse ou sur l'orbite troublée, et l'on a

$$dv = (\varphi' + \Psi')\,dt,$$

$\Psi'$ étant la composante tangentielle de $\Psi$.

» L'équation (1) donne

$$da = -\frac{d\frac{1}{r} - 2\frac{v}{\mu}\,dv}{\left(\frac{2}{r} - \frac{v^2}{\mu}\right)^2} = 2a^2\left(-d\frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{\mu}\right)dt + 2a^2\frac{v}{\mu}\Psi'\,dt.$$

» Le premier terme de cette expression est nul, puisqu'il n'est autre chose que la variation qu'éprouverait $a$ si $m$ restait sur l'ellipse; donc

$$(6) \qquad da = 2\frac{a^2}{\mu}\Psi' v\,dt = 2\frac{\Psi'}{\varphi}\frac{a^2}{r^2}v\,dt.$$

» Soient maintenant $\mathrm{P}'m'\mathrm{P}_1$, $\mathrm{P}''m'\mathrm{P}''_1$ les tangentes en $m'$ à l'orbite troublée et à ellipse en ce point; $\mathrm{F}'_1$ le second foyer de cette ellipse, S sa projection sur $m\mathrm{F}_1$. On a

$$m'\mathrm{F} + m'\mathrm{F}_1 = 2a, \quad m'\mathrm{F} + m'\mathrm{F}'_1 = 2a + 2\,da,$$

d'où

$$\mathrm{F}_1\mathrm{S} = m'\mathrm{F}'_1 - m'\mathrm{F}_1 = 2\,da.$$

» On a aussi

$$\mathrm{F}'_1\widehat{m'}\mathrm{P}_1 = \mathrm{F}'_1\widehat{m'}\mathrm{P}'_1 + \mathrm{P}_1\widehat{m'}\mathrm{P}'_1 = \mathrm{F}\widehat{m'}\mathrm{P}' + \mathrm{P}_1\widehat{m'}\mathrm{P}'_1 = \mathrm{F}\widehat{m'}\mathrm{P} + 2\,\mathrm{P}_1\widehat{m'}\mathrm{P}'_1,$$

et de même

$$\mathrm{F}_1\widehat{m'}\mathrm{P}_1 = \mathrm{F}\widehat{m'}\mathrm{P} + 2\,\mathrm{P}_1\widehat{m'}\mathrm{P}''_1,$$

d'où

$$\mathrm{F}'\widehat{m'}\mathrm{F}_1 = 2(\mathrm{P}_1\widehat{m'}\mathrm{P}'_1 - \mathrm{P}_1\widehat{m'}\mathrm{P}''_1).$$

Si $\Psi''$ est la composante normale de $\Psi$, on sait que

$$v\,\frac{\widehat{P_1 m' P'_1}}{dt} = \varphi'' + \Psi'', \quad v\,\frac{\widehat{P_1 m' P''_1}}{dt} = \varphi'',$$

par suite

$$F'_1\,mF_1 = 2\,\frac{\Psi''}{v^2}\,v\,dt;$$

mais (5) donne

$$v^2 = \mu\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right) = \frac{\varphi\,r}{a}\,mF_1;$$

on a donc

$$F'_1\,m'F_1 = 2\,\frac{\Psi''}{\varphi}\,\frac{a}{r\,mF_1}\,v\,dt$$

et

$$F_1 s = 2\,\frac{\Psi''}{\varphi}\,\frac{a}{r}\,v\,dt.$$

» Soient X, Y les projections de $F'_1$ et $m$ sur $FF_1$ ; on a

$$F_1X = -\,2\,dae = F'_1 S \sin mFY - F_1 S \cos mFY.,$$

d'où

(7) $$dae = \frac{a}{r}\left(-\,\frac{\Psi''}{\varphi}\,\frac{mY}{mF_1} + 2\,\frac{\Psi'}{\varphi}\,\frac{a}{r}\,\frac{FY}{mF_1}\right)v\,dt.$$

» Soit $d\omega = F_1\widehat{FF'_1} = \dfrac{F_1X}{2OF}$ la variation de la longitude du périhélie; on a

$$F'_1 X = F'S \cos mFY + F_1 \sin mFY,$$

et enfin

(8) $$d\omega = \frac{a}{r}\left(\frac{\Psi''}{\varphi}\,\frac{FY}{mF_1} + 2\,\frac{\Psi'}{\varphi}\,\frac{a}{r}\,\frac{mY}{mF_1}\right)\frac{v}{OF}\,dt.$$

» Les équations (6), (7), (8) permettent notamment de résoudre, d'une manière très-simple, le problème du mouvement d'une planète dans un milieu résistant (Poisson).

» Si $\Psi$ n'est pas constamment comprise dans le plan $FmP$, en considérant sa composante dans ce plan, on rentre dans le cas précédent. L'autre composante déplacera la ligne des nœuds et fera varier l'inclinaison de l'ellipse sur un plan fixe. La composition des rotations fait facilement connaître ces deux variations. »

PHYSIQUE. — *Expériences acoustiques tendant à démontrer que la translation d'un corps en vibration donne lieu à une onde d'une longueur différente de celle que produit le même corps vibrant dans une position fixe.* Note de **M. A.-M. Mayer**, présentée par M. Delaunay.

*L'appareil.*

« Après m'être procuré quatre diapasons à fourchette appuyés sur des caisses résonnantes et donnant la note $ut^3 = 256$ vibrations complètes par seconde, je les ai désignés par les n^os 1, 2, 3, 4. J'ai mis à l'unisson parfait les n^os 1 et 2 d'après un procédé que j'indiquerai plus tard. N° 1 fut placé devant une lanterne magique; une petite balle de bon liége (6 millimètres de diamètre), suspendue par un filament de soie, effleurait une de ses branches; l'image du diapason et de la balle de liége fut projetée sur un écran. N° 3 avait l'extrémité d'une de ses branches chargée de cire, de manière à donner deux battements par seconde avec n° 1 ou n° 2.

» N° 4 avait les extrémités de ses branches limées et donnait aussi deux battements par seconde avec n° 1 ou n° 2; ainsi, n° 4 faisait deux vibrations par seconde de plus que n° 1, tandis que n° 3 faisait deux vibrations par seconde de moins que n° 1.

*Les expériences.*

» Dans les expériences 1 à 7 inclusivement, le diapason n° 1 reste devant la lanterne, la balle de liége effleurant une de ses branches.

» *Exp.* 1. — Diapason n° 2, attaché à sa caisse et tenu à la main est mis en vibration à une distance de 30 à 60 pieds du n° 1; la balle est écartée de la branche du diapason n° 1 qui vibre à l'unisson avec n° 2.

» *Exp.* 2. — Je me suis placé à une distance de 30 pieds du n° 1, tenant le diapason n° 2 détaché dans une main et sa caisse dans l'autre. Alors, j'ai fait vibrer le diapason et je me suis dirigé rapidement vers le n° 1. Lorsque mon mouvement fut devenu uniforme, je posai le diapason sur sa caisse, et l'ôtai avant de m'arrêter. Bien que je n'aie été éloigné du diapason n° 1 que d'un pied à peu près, la balle de liége resta en contact avec la branche du diapason.

» *Exp.* 3. — Je me suis approché de nouveau du diapason n° 1 comme dans l'expérience 2, mais sans ôter le diapason de sa caisse après l'avoir attaché. La balle ne bougea pas jusqu'au moment où je m'arrêtai; mais à ce moment même mon assistant qui tenait l'oreille près de la caisse tandis qu'il observait l'écran, entendit vibrer le diapason n° 1 et vit sauter la balle de liége.

» *Exp.* 4 *et* 5. Je me suis éloigné du diapason n° 1 au lieu de m'en approcher. Le résultat a été le même que dans les exp. 2 et 3.

» *Exp.* 6. — J'ai fait vibrer, comme dans l'exp. 1, le diapason n° 3, qui faisait 254 vibrations par seconde. La balle ne bougea point. Alors j'ai détaché le diapason de sa caisse, et, me mettant à une distance de 30 pieds du diapason n° 1, j'ai balancé la caisse dans la main vers n° 1, mettant n° 3 dessus quand elle approchait n° 1 avec la vitesse convenable (8-9 pieds par seconde). La balle fut subitement rejetée de n° 1. Si l'on ralentit ou accélère considérablement le mouvement de va et vient de la caisse, les vibrations de n° 3 ne produiront aucun effet sur n° 1.

*Exp.* 7. — Le diapason n° 4, qui fait deux vibrations par seconde de plus que n° 1, fut substitué à celui employé dans l'exp. 6, mais, placé sur la caisse en mouvement, quand celle-ci s'éloignait de n° 1. Le résultat de ce mouvement et des changements effectués dans la vitesse fut le même que dans l'exp. 6.

» *Exp.* 8. — J'ai placé le diapason n° 3 devant la lanterne et balancé le n° 1 comme dans l'exp. 7, avec le même résultat.

» *Exp.* 9. — J'ai placé le diapason n° 4 devant la lanterne et balancé le n° 1 comme dans l'exp. 6. Le résultat fut le même que dans l'exp. 6.

» Voici les moyens simples dont je me sers pour montrer le changement dans la longueur de l'onde, opéré par la translation du corps en vibration. Par analogie, ils expliquent nettement la méthode moderne employée pour déterminer les mouvements d'un corps céleste par les variations dans la réfrangibilité de ses rayons, mouvements qu'il est souvent impossible de déterminer par aucun autre moyen. Donc, il me semble à propos de signaler les conditions difficiles qu'il faut remplir pour obtenir la perfection d'expériences qui élucident si heureusement la nature de ces beaux problèmes qui s'offrent à l'observation spectrale, tandis qu'elles apportent la démonstration expérimentale du théorème important, établi par Doppler, en 1841.

» Il est surtout essentiel que les dispasons 1 et 2 soient réellement à l'unisson. Il peut arriver que deux diapasons qui vibrent ensemble ne donnent pas de battements perceptibles, ou qu'ils se coërcent dans une oscillation mutuelle forcée, et qu'ils fassent ainsi le même nombre de vibrations; mais on peut détruire l'égalité en les faisant vibrer séparément. Le procédé que j'ai adopté est le suivant. On prend trois diapasons, censés faire le même nombre de vibrations dans un temps donné. On les supporte sur des tubes de caoutchouc pour les isoler. Ensuite on charge un des dia-

pasons de manière qu'il fasse deux ou trois battements par seconde, avec l'un des deux qu'on veut mettre à l'unisson exact. On détermine l'intervalle de temps qui s'écoule entre vingt ou trente de ces battements à l'aide d'un chronographe. (Le chronomètre à pointage de Casella sert très-bien). On détermine l'intervalle entre le même nombre de battements avec le second diapason, et, s'il diffère de celui obtenu avec le premier, on charge de cire le diapason qui vibre plus rapidement jusqu'à ce qu'il fasse le même nombre de battements que le plus lent. Après avoir soigneusement ajusté les diapasons, je n'ai pas trouvé la moindre difficulté à faire remuer la balle dans l'exp. 1 à une distance de 60 pieds, et je crois qu'à une distance de 100 pieds, l'effet aurait été le même. La balle de liége doit être sphérique, pour qu'elle ne fasse plus que toucher le diapason; le filament qui la soutient ne doit être composé que de une ou deux fibres de soie crue. Il faut rendre le liége aussi lisse que possible et ensuite le vernir. Cette précaution est importante, parce que le vernis enveloppe la balle d'une couche ferme sans en augmenter sensiblement le poids, et couvre très-bien les petites aspérités élastiques qui, autrement, feraient l'office de la répulsion. Aucun physicien n'aura de difficulté à répéter ces expériences après avoir rempli les conditions précédentes.

» Une machine a été inventée à l'aide de laquelle on peut communiquer un mouvement uniforme de translation au diapason; c'est avec cette machine que je me propose de faire une étude quantitative des phénomènes, en employant un appareil essentiellement semblable dans son action à celui que je viens de décrire.

» On peut substituer à la balle de liége un petit miroir plan tenu entre deux fibres verticales tendues, et effleurant le diapason. Le mouvement du rayon réfléchi du miroir à l'écran indique admirablement les vibrations du diapason. Cet artifice ingénieux et très-délicat est dû au professeur O. N. Rood, de Columbia Collège New-York, qui l'a employé le premier dans un discours public tenu à New-York, le 28 décembre dernier. Nous avons cependant trouvé l'usage de la balle de liége plus convenable et assez délicat pour nos expériences.

*Rapports numériques quantitatifs dans les expériences et faits analogues dans les phénomènes de la lumière.*

» Le diapason $ut_3$, n° 1, fait 256 vibrations complètes par seconde, tandis que le diapason n° 3 en fait 254, ce qui fait la longueur de leurs

ondes respectivement 4,367 et 4,401 pieds. Désignons la première par $\lambda$ et la seconde par $\lambda'$. Prenons à 1118 pieds par seconde la vitesse du son à 60 degrés Fahr. Or

256 vibrations dans 1118 pieds donnent................ $\lambda = 4,367$
254 vibrations dans $1118 - 2\lambda (= 1109,266)$ donnent.... $\lambda' = 4,367$

» Comme la vitesse de propagation des vibrations et $\lambda$ sont identiques dans l'un et l'autre, il en résulte que $n \frac{V}{\lambda}$, le nombre de vibrations par seconde est le même, et, pour cette raison, 256 vibrations d'un corps fixe produiront le même effet sur une surface distante que 254 vibrations d'un corps qui approche cette surface avec une vitesse de $2\lambda$, ou de 8,734 pieds par seconde; ce qui est la vitesse que nous avions communiquée au diapason dans l'exp. 6.

» Nous examinerons maintenant les phénomènes analogues de la lumière. Supposons que le diapason n° 1, qui fait 256 vibrations par seconde, fasse 595 millions de millions de vibrations, le nombre propre au rayon $D_1$ du spectre. Alors le diapason n° 3 représentera 590 millions de millions de vibrations par seconde, ce qui nous donnera une longueur d'onde 0000042 mm. plus grande que celle de $D_1$ et qui correspond à peu près à la ligne de fer située 42 div. au-dessous de $D_1$ dans le dessin d'Angström.

» Nous avons vu que le diapason n° 3, donnant 254 vibrations par seconde, devait arriver à l'oreille avec une vitese de 8,734 pieds, pour produire la note due à 256 vibrations par seconde émanant d'un point fixe; de même, une étoile dont le rayon vibre 590 millions de millions de fois, devra arriver à l'œil avec une vitesse de 28470 milles par seconde, pour donner la couleur produite quand le rayon $D_1$ procède d'une flamme stationnaire. »

ZOOLOGIE. — *Note sur les draguages exécutés dans la fosse du Cap-Breton durant l'année* 1871. Note de **MM. P. Fischer** et **L. de Folin**, présentée par M. Blanchard.

« Nous avons continué, dans le courant de l'année 1871, l'exploration bathymétrique de la fosse du Cap-Breton, commencée en 1870, et dont nous avons communiqué à l'Académie les premiers résultats.

» Les draguages, durant cette nouvelle campagne, ont été opérés sur trente-deux points et répétés plusieurs fois sur chaque point à des profondeurs comprises entre 24 et 220 brasses.

» Il serait difficile de donner ici un aperçu de toutes les espèces recueillies et dont le nombre est considérable; nous ne pouvons qu'indiquer en général, et pour chaque classe d'animaux, les faits les plus importants que nous avons constatés.

» 1° Les draguages opérés à de petites profondeurs, et spécialement de 24 à 35 brasses, ont présenté une faune uniforme de mollusques, caractérisée par une trentaine d'espèces qu'on retrouve sur tous les points où cette profondeur a été atteinte.

» *Gastéropodes.* — Dischides bifissus, Dentalium novemcostatum, Cyclostrema striatum, Cylichna cylindracea, C. umbilicata, C. nitidula, C. acuminata, Bullæa scabra, Ringicula buccinea, Tornatella fasciata, Chemnitzia rufa, Natica Alderi, Triforis perversa, Rissoa vitrea, inconspicua, costata, Odostomia spiralis, etc.

» *Acéphalés.* — Pandora obtusa, Venus gallina, Syndesmya prismatica, Tellina fabula, Solen pellucidus, Corbula nucleus, Montacuta bidentata, ferruginosa, Circe minima, Crenella Petagnæ, Psammobia Ferrœensis, Lucina flexuosa, Nucula nucleus, etc.

» *Brachiopodes.* — Argiope cistellula.

» *Crustacés.* — A ces profondeurs, les Crustacés sont extrêmement abondants : Pagurus lævis, P. Hyndmanni, Galathea rugosa, Corystes dentatus, Porcellana n. sp., Ebalia n. sp., Eurynome aspera, Pilumnus hirtellus, Nika n. sp., Crangon trispinosus, et un certain nombre d'espèces du groupe intéressant des Diastylidæ, considérés longtemps comme des larves, et appartenant aux genres Diastylis, Cuma, Bodotria. Les Amphipodes sont nombreux et variés; les Isopodes sont représentés par des Anthura.

» *Annélides* (1). — Les amas de Sabellaires constituent presque entièrement le fond atteint dans un draguage opéré par 28 brasses (phare de Biarritz S. 23. O, balize du Cap-Breton E. 15. S.). Les autres vers appartiennent aux genres Serpula, Nereis, Syllis, Phyllodoce, Aphrodite, etc.

» Mentionnons enfin, dans les autres classes zoologiques : des Sertularia, Aglaophenia, Tubularia; quelques Echinus jeunes et des Ophiures; des Tubulipora, Cellepora, Crisia; des Miliola, Orbulina, Polystomella, Spiroloculina, Cristellaria, etc.

» 2° De 40 à 90 brasses, la faune change d'aspect par suite de l'apparition d'espèces qu'on n'avait pas trouvées à des profondeurs moindres, et surtout par l'existence de groupes zoologiques différents.

---

(1) Nous devons la détermination des Annélides à l'obligeance de M. L. Vaillant.

» *Mollusques.* — Les plus remarquables sont : Galeomma Turtoni, Venus ovata, Lucina spinifera, Tellina serrata, Ostrea cochlear, Solarium fallaciosum, Pleurotoma striolata, attenuata, brachystoma, etc. Dans les roches du Champ-des-Vaches et Duprat, qui sont composées d'un grès quartzeux bleuâtre (1), vivent les Saxicarva rugosa, Gastrochæna modiolina, Pholadidea papyracea, Kellia suborbicularis; et à leur surface s'épanouissent de nombreuses colonies de Brachiopodes : Argiope decollata, Megerlia truncata, Terebratula cranium, Terebratulina caput serpentis, Crania anomala; mais l'espèce la plus curieuse de ce groupe est le Platidia Davidsoni, qui offre exactement l'aspect d'un Anomia, par suite de la perforation de sa valve dorsale, et qu'on n'avait encore rencontré que bien rarement dans les fonds coralligènes de la Méditerranée.

» *Coralliaires.* — Avec les Brachiopodes vivent un certain nombre de Coralliaires : Paracyathus striatus (Polypier de la Méditerranée), Muricea placomus, belle Gorgone qui n'a jamais été recueillie sur nos côtes; des Gorgonia, Alcyonium, Zoanthus. Les Polypiers flottants sont représentés par le Veretillum pusillum, espèce connue seulement sur les côtes de Sicile.

» *Crustacés.* — Inachus scorpio, Stenorhynchus longirostris, Portunus holsatus, Anthura. Parmi les Cirrhipèdes, Verruca stromia et Pyrgoma anglicum, développé dans tous les Polypiers.

» *Annélides.* — Espèces nombreuses des genres Trophonia, Pectinaria, Serpula, Sipunculus, Aspidosiphon; de beaux exemplaires du Sternaspis thalassemoides; un magnifique Serpula : S. echinata, de la Méditerranée.

» *Bryozoaires.* — Dans cette zone, les Bryozoaires sont très-développés en espèces : Crisia eburnea, Discoporella hispida, Diastopora simplex, Tubulipora serpens, Proboscina tubigera, etc.

» *Amorphozoaires.* — Parmi les Spongiaires, citons : Geodia Audouini, différents Sycon, Halichondria, etc. Les Foraminifères n'offrent que des espèces vulgaires de nos côtes et le Polytrema miniacea.

» Enfin nous mentionnerons les corps étoilés et stelliformes que nous avons déjà trouvés dans nos premiers draguages, et que nous appellerons *Arenistella agglutinans.*

» 3° 120 brasses. Les animaux recueillis à cette profondeur sont plus rares; ils vivent dans la vase et le sable provenant de la décomposition des

---

(1) Ce grès, ainsi que les sédiments du fond de la fosse, a été analysé par M. Périer, de Pauillac.

roches signalées dans les draguages précédents. Les Mollusques dominants sont : Nassa semistriata, Rissoa vitrea, Dischides bifissus, Lucina spinifera, L. flexuosa, L. borealis, Syndesmya alba, Saxicava plicata, Montacuta bidentata. Parmi les Bryozoaires signalons les Escharipora figularis et Cupularia Oweni; ce dernier n'était connu que sur les côtes d'Afrique; peu d'Annélides appartenant aux genres Pectinaria et Clymene; quelques Echinodermes des genres Amphiura, Brissopsis et Synapta; enfin plusieurs Foraminifères et quelques Ostracodes.

» 4° 220 brasses. Fonds vaseux, dans lesquels on a obtenu les Nassa semistriata, Bullæa scabra, Rissoa vitrea, Dentalium gracile, Pleurotoma brachystoma, Lucina flexuosa, Syndesmya alba, parmi les Mollusques, et un Sternaspis parmi les Annélides.

» *Résumé.* — Dans les deux campagnes de 1870 et 1871, la fosse du Cap-Breton a été explorée sur quarante-six points différents, de 24 à 250 brasses. Le peu d'étendue de cette fosse semble la désigner pour les recherches bathymétriques, car nulle part on ne trouverait une aussi grande variété de profondeurs dans un espace limité.

» Par l'analyse des résultats de ces draguages, on reconnaîtra qu'il existe au-dessous de la zone des Laminaires trois zones profondes bien distinctes.

» *a.* De 24 à 40 brasses. — Cette zone est désignée par les naturalistes anglais sous le nom de *zone des Corallines;* les Mollusques, les Crustacés, les Bryozoaires et les Hydrozoaires y sont très-abondants.

» *b.* De 40 à 100 brasses. — Zone profonde des Coraux pour les naturalistes anglais. Là se développent, dans la fosse du Cap-Breton, les Polypiers, les Gorgones et les Brachiopodes.

» *c.* De 100 à 250 brasses. — Nous appellerons cette zone *zone à Brissopsis*, parce que cet Échinoderme la caractérise avec quelques Mollusques : Dentalium gracile, Nassa semistriata, Lucina flexuosa.

» Ces trois divisions sont bien tranchées dans la fosse du Cap-Breton; en y ajoutant la zone littorale et la zone des Laminaires, on arrive à constater l'existence de cinq zones de profondeur. Au delà de 250 brasses commence la faune des Abysses, que nous n'avons pas atteinte, et qu'il faudrait aller chercher au large dans le golfe de Gascogne et bien en dehors de la fosse. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Résumé de recherches anatomiques sur les Lombriciens terrestres (vers de terre).* Note de M. **Edmond Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

» Les collections du Muséum renferment un certain nombre de vers exotiques dont l'aspect est en tout celui de nos vers de terre et auxquels on est naturellement porté à donner le nom de *Lombrics*. Me trouvant dans l'obligation de revoir cette collection, prévenu d'ailleurs par des recherches précédemment communiquées à l'Académie (Notes sur les *Perichæta* et l'*Eudrilus*) des différences considérables au point de vue anatomique que cachent, dans cette classe, les plus grandes ressemblances extérieures, j'ai demandé à M. le professeur Deshayes et obtenu l'autorisation de disséquer quelques-uns de ces animaux.

» J'ai d'abord été frappé de ce fait que les orifices génitaux mâles étaient très-loin d'être constamment placés en avant de la ceinture, comme le croyait Claparède et comme on l'admettait généralement. C'est, au contraire, une sorte d'exception qui ne se trouve parmi les animaux que j'ai pu examiner que chez nos Lombrics indigènes et chez de vrais Lombrics de New-York et d'Alexandrie, dont l'organisation est très-peu différente des premiers.

» Au contraire, chez tous les *Perichæta,* chez le ver des Antilles que j'ai nommé *Eudrilus*, et chez d'autres provenant de la Nouvelle-Calédonie et de la Nouvelle-Hollande, les orifices génitaux sont situés en arrière de la ceinture. De plus, tous ces vers possèdent un appareil copulateur plus ou moins développé et sont pourvus au moins d'une paire de prostates. On connaît encore trop peu de Lombriciens pour qu'il soit permis de donner à cette coïncidence la signification d'une loi générale; mais il est utile néanmoins de la signaler en appelant sur elle l'attention.

» D'autre part, un ver gigantesque du Brésil, qui ne mesure pas moins de $1^{m},20$ de long, a ses orifices génitaux mâles situés dans la ceinture même; un autre, dont la taille est voisine et qui provient de Cayenne, présente le même fait, si l'on considère comme appartenant réellement à la ceinture tous les anneaux dont les téguments deviennent glandulaires. La même chose s'observe encore chez un ver de Caracas de la taille de nos Lombrics. Ces deux derniers vers présentent ce caractère particulier qu'ils sont dépourvus de poches copulatrices; je n'ai pu leur trouver d'ovaires, bien que leurs testicules fussent très-développés, et je me demande s'ils sont bien réellement hermaphrodites.

» Ces faits réunis semblent indiquer que, d'après la position des pores génitaux, on pourrait déjà établir trois familles dans l'ordre des Lombriciens terrestres, ordre qui sans doute demandera à être caractérisé tout autrement qu'on ne le fait aujourd'hui.

» Dans la première famille, celle où les pores génitaux mâles sont en avant de la ceinture, je ne vois encore avec certitude qu'un seul genre, le genre *Lumbricus*.

» La seconde famille, dans laquelle les pores génitaux sont en arrière de la ceinture, présente au contraire quelques modifications organiques remarquables. Elle comprend les *Perichæta*, chez certaines espèces desquelles M. Vaillant a le premier indiqué la position des pores génitaux qu'il considérait comme fort singulière, et que j'ai retrouvée dans l'espèce que j'ai étudiée et dans toutes celles du genre. La même relation se retrouve chez l'*Eudrilus*. Elle existe aussi chez un ver australien, pour lequel je formerai le genre *Digaster*, parce que son tube digestif se renfle aux 5$^{e}$ et 7$^{e}$ anneaux en deux gésiers musculeux, tandis que les autres Lombrics n'ont qu'un seul gésier. Ce ver possède deux paires de testicules ressemblant chacun à une glande en grappes, au lieu de former comme chez les autres Lombrics, une masse continue à demi-pulpeuse. Chacun de ces testicules a son pavillon vibratile qui vient se greffer sur un canal déférent très-grêle, lequel aboutit à une prostate ovalaire, sans lobes, simplement mamelonnée; un canal légèrement musculeux, beaucoup plus gros que le canal déférent, sert à l'écoulement du sperme et du produit sécrété par la prostate; ce canal est en même temps un pénis analogue à celui des *Perichæta*, mais encore un peu moins spécialisé. Les soies sont disposées comme chez les Lombrics. La ceinture occupe les anneaux 13, 14 et 15, les orifices génitaux sont au 17$^{e}$.

» J'appellerai *Acanthodrilus* un ver de la Nouvelle-Calédonie, chez qui les orifices mâles, également postclitelliens, sont au nombre de quatre, situés sur une sorte de plaque glandulaire étendue sur trois anneaux postérieurs à la ceinture. Ces orifices dépendent : les deux premiers du 18$^{e}$ anneau, les deux derniers du 20$^{e}$. Chacun d'eux livre passage à un véritable pénis chitineux, très-long, recourbé et toujours saillant. Ce pénis est formé de quatre soies dont l'extrémité libre est plus ou moins fortement recourbée en un crochet aigu, et toute hérissée de pointes. A chaque pénis correspondent un canal déférent particulier et une prostate fortement lobée. Il y a donc ici, outre quatre testicules situés dans les anneaux 10 et 11, et quatre poches copulatrices (anneaux 9 et 8), quatre prostates, quatre canaux déférents et quatre pénis, qui me paraissent être des modifications très-spéciales des

soies ventrales. Les soies ordinaires sont, du reste, disposées comme chez les Lombrics, courtes et légèrement en forme de S, comme d'habitude. A ce genre *Acanthodrilus* se rapporte encore un très-grand ver de même provenance.

» Je ferai remarquer ici que, malgré le mode particulier de disposition de leurs soies, je ne vois rien dans l'organisation des *Perichæta* qui ne les rapproche des nouveaux genres *Eudrilus, Digaster* et *Acanthodrilus*.

» J'arrive maintenant aux vers remarquables par leur taille et leur organisation, qui constituent provisoirement la troisième famille. Ces vers portent depuis longtemps dans la collection du Muséum le nom d'*Hypogeon;* mais Savigny a fondé ce dernier genre pour des vers possédant, outre les deux rangées de soies latérales, une rangée de soies dorsales dont les vers en question sont dépourvus; ajoutons que, dans la collection du Muséum qui possède pourtant beaucoup d'échantillons de Savigny, nous n'avons pas vu de vrais Hypogéons.

» Le ver de Cayenne, à qui nous donnerons le nom d'*Anteus*, possède deux rangées de paires de soies de chaque côté du corps; les soies, de forme ordinaire, conservent leur disposition géminée jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Immédiatement en avant de la soie la plus élevée, de chaque rangée supérieure, se voit un orifice qui n'est pas autre chose que l'orifice d'un organe segmentaire; ces orifices deviennent plus gros dans les anneaux de la ceinture et notamment dans le 10ᵉ et le 11ᵉ anneau qui contiennent chacun une paire de testicules. Dans ces anneaux ainsi que dans les deux précédents et les six suivants, les organes segmentaires sont un peu modifiés dans leur forme; ils me paraissent être les vrais canaux déférents.

» Mais le trait le plus remarquable de l'organisation de l'animal, c'est que, dans les anneaux 12 à 19, le vaisseau dorsal se renfle en huit grosses poches successives, d'où ne partent pas de branches latérales, et qui constituent *un cœur dorsal impair*, moniliforme. Quant aux cœurs latéraux contractiles qui se voient chez les autres Lombrics, ils existent ici, mais comparativement réduits. Les vaisseaux sont remplis par un sang coagulé de couleur bleu foncé.

» La ceinture paraît commencer au 8ᵉ anneau; elle se termine nettement avec le 30ᵉ; en dessous deux grosses bandelettes vont du 10ᵉ au 30ᵉ anneau.

» Le dernier ver dont il nous reste à parler atteint, comme le précédent, une taille gigantesque. Les soies sont disposées de la même manière à la partie antérieure du corps; les soies de chaque paire paraissent même plus

rapprochées. Mais cette disposition passe graduellement à une autre toute différente; un peu en arrière de la ceinture, on voit, d'anneau en anneau, les soies de la même paire s'écarter de plus en plus l'une de l'autre; dans le tiers postérieur du corps, les soies sont isolées et forment par conséquent huit rangées longitudinales équidistantes. L'orifice des organes segmentaires se voit immédiatement en avant de la soie la plus élevée de la rangée *inférieure*, contrairement à ce qui a lieu dans l'*Anteus;* lorsque les deux soies de la paire se séparent, *cette relation ne change pas;* c'est donc en avant de chacune des soies qui forment la deuxième rangée en allant du ventre au dos qu'il faut chercher cet orifice.

» La ceinture occupe les anneaux de 15 à 23; c'est entre le 18e et le 19e que sont les orifices génitaux. Il n'y a qu'une seule paire de testicules.

» Il n'y a plus ici de cœur dorsal impair, mais bien cinq paires de cœurs latéraux, dont l'une présente un remarquable degré de perfection. Le vaisseau ventral donne, dans le 14e anneau, naissance à deux branches symétriques qui se renflent chacune en une grosse poche, musculeuse quoique transparente et à parois flasques; cette poche s'abouche, par sa partie supérieure, dans une autre poche en forme d'œuf, à parois musculeuses, excessivement épaisses, d'aspect nacré comme le gésier. Le petit bout de cet œuf musculeux est libre; mais un peu avant son extrémité on voit naître un gros vaisseau qui va s'aboucher dans le vaisseau dorsal. Voici donc un cœur parfait pourvu d'une oreillette et d'un ventricule, un véritable cœur de vertébré; c'est le cœur latéral des autres lombrics porté à son plus haut degré de perfection.

» Nous formons de ce ver le type du genre *Titanus*. Trois paires de cœurs analogues et un double vaisseau dorsal se voient chez un troisième ver formant le genre *Rhinodrilus*.

» Évidemment ces faits anatomiques appellent de nombreuses et intéressantes comparaisons; mais nous ne pouvons nous étendre dans cette simple Note sur les conclusions importantes auxquelles conduit la discussion qu'on peut en faire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les Crustacés.* Note de **M. G. Pouchet**, présentée par M. Coste.

« Nous avons montré, par des expériences dont l'Académie a été entretenue, que la propriété dont jouissent certains poissons de modifier la cou-

leur de leur peau selon la qualité des radiations lumineuses du fond où ils vivent avait pour point de départ l'œil, en sorte qu'elle cessait sur l'animal aveuglé; et que, de plus, cette influence était transmise de la rétine et du cerveau aux éléments pigmentés contractiles ou *chromoblastes* de la peau, par les nerfs crâniens et le grand sympathique.

» Dans une nouvelle série d'expériences entreprises aux viviers laboratoires installés par M. Coste à Concarneau, nous avons pu nous assurer que cette fonction se retrouve identique chez un certain nombre de crustacés de la famille des salicoques. La grande Crevette (*P. Serratus*), en particulier, présente un exemple frappant de cette accommodation chromatique au milieu ambiant. Il importe, pour observer le phénomène dans sa simplicité la plus grande, de prendre des animaux longs de 3 à 4 centimètres. Le procédé expérimental consiste à les faire vivre dans des vases de faïence blanche, et dans d'autres dont on a peint le fond en noir.

» Les palémons apportés à la côte par les pêcheurs présentent une teinte rosée ou lilas légèrement rabattue. Si l'on prend un certain nombre de ces palémons et qu'on les place sur fond noir tandis qu'on en met d'autres sur fond blanc, on découvre au bout de vingt-quatre heures que les uns et les autres sont absolument dissemblables. Nous nous sommes mis, dans ces expériences, à l'abri des causes d'erreur qui pouvaient naître d'un *contraste simultané*. Les palémons placés sur fond clair sont jaunâtres, presque incolores si la mue vient d'avoir lieu. Ceux qu'on a mis sur fond noir ont pris une teinte rouge brunâtre. Si l'on transporte alors les deux catégories d'animaux d'un fond sur l'autre, on voit ceux qui étaient jaunes prendre la teinte des seconds, tandis que ceux-ci reviennent à la transparence qu'avaient les premiers. L'animal passe toutefois beaucoup plus rapidement de l'état pâle à l'état foncé, qu'il ne retourne de ce dernier état au précédent : le changement dans ce cas n'est guère accompli qu'au bout de vingt-quatre heures, pendant lesquelles le palémon présente assez longtemps une couleur bleue très-nette, mais passagère, qui ne se montre point quand de pâle et jaunâtre il devient rouge brunâtre. On peut donc, en se plaçant dans des conditions déterminées, obtenir à volonté des palémons dont la couleur appartient nettement à la région jaune, ou rouge, ou bleue de l'échelle chromatique. L'animal passe directement du jaune, qui est la couleur propre de ses tissus, au rouge plus ou moins rabattu; le bleu est transitoire et ne se montre que quand l'animal revient du rouge au jaune. Il est très-facile de conserver dans la solution de sucre trois pattes ou trois fausses pattes du même palémon, coupées successivement dans les trois états par lesquels on

l'a fait passer et de faire ainsi la comparaison *simultanée* des nuances qu'il a successivement offertes.

» Le microscope explique cette triple apparence. Quand les chromoblastes sont contractés à l'état sphérique, ils sont trop petits pour faire une image perceptible sur la rétine, et sont de nul effet.

» Dès que l'animal est sur fond noir, les chromoblastes se dilatent; ils étendent de tous côtés des ramifications qui couvrent une grande surface : ils deviennent perceptibles et modifient l'image rétinienne. L'animal, sous cette influence, deviendrait d'un rouge ou d'un rose franc, si un autre pigment ne venait rabattre la vive teinte des chromoblastes. Mais, à mesure qu'ils étendent leurs ramifications sous l'hypoderme, on voit ce dernier tissu, à leur voisinage, prendre une belle nuance cobalt plus ou moins haute de ton. C'est ce bleu qui sert de *bruniture* au carmin des chromoblastes et donne au palémon sa couleur propre sur fond noir. Quand les chromoblastes dilatés se rétractent de nouveau, ce bleu, qui s'est produit dans l'hypoderme et qui l'imprègne, persiste pendant six à sept heures, puis il disparaît progressivement.

» Il est facile de démontrer que ces changements de couleur, chez le palémon comme chez les poissons où on les observe, dépendent des impressions visuelles. Il suffit de pratiquer sur le palémon l'ablation des yeux pour que l'animal prenne la teinte foncée qu'il a sur fond noir. Nous avons vu cet état persister sans changement jusqu'au trente-quatrième jour, moment où nous avons dû cesser l'expérience. L'un des animaux aveuglés subit la mue, et celle-ci mit à nu des bourgeons, signe d'une régénération des yeux.

» Le milieu réagissant par l'intermédiaire de l'organe de la vision, nous dûmes essayer d'entraver cette influence, comme chez le turbot, par des sections nerveuses; mais, de ce côté, nos tentatives sont restées sans résultat. Nous ne fûmes pas plus heureux en cherchant à modifier la fonction par diverses substances toxiques; la santonine donne toutefois au palémon, aussi bien qu'à la chevrette grise, la teinte que prennent ces animaux sur fond noir; ils présentent en même temps une agitation incessante et finissent par mourir si l'on n'arrête pas à temps l'empoisonnement.

» L'électricité paraît avoir moins d'influence pour contracter les chromoblastes des articulés que pour contracter ceux des vertébrés. Il semble que l'élément soit réfractaire à une tétanisation complète, de même qu'on obtient beaucoup plus difficilement la tétanisation totale d'un articulé que d'un vertébré. Nous avons réussi, au contraire, à provoquer à volonté la dilatation ou le retrait des chromoblastes rouges du jeune homard après la

première mue, en plaçant l'animal alternativement dans un milieu confiné de deux centimètres cubes d'eau recouverts d'une couche d'huile, et dans une eau abondante bien aérée.

» En résumé, l'étude de cette propriété d'accommodation chromatique au milieu ambiant nous a déjà conduit à plusieurs résultats positifs énoncés devant l'Académie, auxquels on peut dès à présent ajouter le suivant : Cette fonction existe chez les articulés aussi bien que chez les vertébrés; elle est soumise à la qualité des radiations qui frappent l'œil mosaïque des articulés, aussi bien que l'œil dioptrique des vertébrés. Et nous ajouterons, comme dernière remarque, qu'on ne trouve point de chromoblastes chez les crustacés privés d'yeux, tels que les brachielles, les lernéonèmes, les sacculines, les anatifs et les balanes.

GÉOLOGIE. — *Note sur un trait particulier de la constitution des Pyrénées;* *par* **M. A. Leymerie.**

CHAINON DES PETITES PYRÉNÉES.

« Charpentier et les auteurs qui ont écrit après lui sur les Pyrénées ont considéré cette chaîne de montagnes comme étant composée de deux parties presque égales et parallèles, séparées par un intervalle d'environ huit lieues, comme si la chaîne entière, supposée continue, avait été brisée vers le milieu de sa longueur, l'une des moitiés, la moitié orientale, ayant avancé de huit lieues relativement à l'autre restée en place.

» Ce déplacement se fait d'une manière brusque à l'est du plateau de Lannemezan et justement sur le méridien de la Garonne au nord du point où ce fleuve, en sortant des montagnes proprement dites, se coude à angle droit pour prendre la direction longitudinale de la Neste, c'est-à-dire à peu près dans le prolongement de la ligne où se séparent et se raccordent les deux moitiés de la chaîne elle-même.

» A partir de la ligne que nous venons d'indiquer, la bande extérieure qui nous occupe ne se manifeste d'abord que par sa composition géognostique au fond et sur les flancs de petites vallées du bassin sous-pyrénéen, par des affleurements restreints qui n'en sont pas moins indiqués sur la carte géologique de France (1); mais, à partir de Saint-Marcet et d'Auri-

(1) Les principaux de ces affleurements, ceux de Montléon et de Gensac, sont très-riches en fossiles sénoniens, que j'ai figurés et décrits dans un Mémoire spécial : *Mémoire sur un nouveau type pyrénéen parallèle à la craie proprement dite.* (*Mém. soc. géol.*, 2e série, t. IV; 1851.)

gnac, notre bande, cachée dans l'intervalle par le dépôt tertiaire de la plaine, commence à se relever sous la forme d'un chaînon qui se prolonge sans discontinuité parallèlement à la chaîne elle-même jusqu'aux Corbières, formant ainsi une sorte de bourrelet marginal allongé, subordonné aux hautes montagnes.

» La lisière avancée que nous signalons a beaucoup plus d'importance qu'on ne serait tenté de lui en attribuer, en considérant seulement sa position exceptionnelle. Le but de cette Note est de faire voir qu'elle joue un rôle intéressant dans l'orographie et la géologie des Pyrénées.

» D'abord elle forme dans la direction normale de la chaîne une ligne de collines séparée des hautes montagnes par une faille qui se manifeste sous la forme d'une dépression longitudinale, sorte de fossé qui a été depuis longtemps signalé par Flamichon, un des plus anciens auteurs qui ont écrit sur les Pyrénées (1). De plus, elle a une structure et une composition toutes spéciales. En effet, les terrains supérieurs de la chaîne (crétacé supérieur et nummulitique) s'y trouvent rassemblés, et c'est là qu'ils se montrent exclusivement : on en chercherait en vain des traces de l'autre côté de la faille où se présentent immédiatement le terrain crétacé inférieur et le terrain jurassique. Ces derniers terrains, par contre, ne paraissent jamais dans la chaîne extérieure, si ce n'est cependant en un point, à Foix, où ils ont été poussés un jour par un soulèvement assez énergique pour les voûter et rejeter en dehors les assises habituelles du terrain crétacé supérieur.

» La lisière de la demi-chaîne orientale des Pyrénées doit, à tous les points de vue, être considérée comme un chaînon spécial ayant une sorte d'individualité dans l'ensemble, qu'il m'a paru opportun de désigner par un nom particulier, celui de *petites Pyrénées*, qui exprime sa subordination relativement à la chaîne principale.

» A partir des points que nous avons indiqués ci-dessus, situés vers les confins des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne, cette ligne de petites montagnes s'allonge, comme nous l'avons dit, parallèlement à la grande chaîne jusque vers le méridien de Limoux, où elle rencontre le massif des

---

(1) Ce fossé n'est pas absolument continu; mais il est très-marqué dans la plus grande partie de sa direction. La Neste et la Garonne-Neste, jusqu'à Saint-Martory, coulent dans un de ses tronçons, et il est remarquablement accusé dans l'Ariége et l'Aude à partir de Lavelanet, région où le terrain crétacé supérieur, en partie couronné par l'assise à milliolites, vient buter avec une faible inclinaison contre une falaise presque verticale de calcaire à caprotines.

Corbières, qu'il nous paraîtrait assez naturel de rattacher aux petites Pyrénées, dont il formerait l'extrémité orientale, considérablement élargie par le soulèvement des schistes et des calcaires anciens de Monthoumet.

» Dans toute cette longueur jusqu'aux Corbières, la hauteur de cette petite chaîne se maintient au-dessous de celle des grandes montagnes qui se trouvent de l'autre côté de la faille, bien que certaines sommités des crêts ou crêtes atteignent des altitudes de 600 à 700 mètres; mais les mouvements et les dérangements de la stratification n'y sont pas moins très-accusés. Les couches y sont presque toujours relevées, quelquefois jusqu'à la verticale, et même renversées en certains points. Il y a aussi des failles et des courbures qui en rendent l'étude assez difficile.

» On peut y distinguer trois traits principaux qui consistent en deux soulèvements longitudinaux et anticlinaux en forme de boutonnière, séparés par une série monoclinale inclinée normalement au nord.

» Le premier soulèvement constitue les petites montagnes d'Ausseing, qui se développent principalement dans le département de la Haute-Garonne, sur la rive droite de ce fleuve, d'où elles passent dans l'Ariége. C'est une boutonnière allongée, au centre de laquelle la craie fait *hernie* par une voûte à deux degrés, et dont les lèvres consistent en des crêts avec épaulements nummulitiques. Ce système se termine un peu avant le Mas-d'Azil (Ariége), point très-remarquable par une disposition toute particulière; après quoi commence la série monoclinale qui traverse presque tout le département de l'Ariége au nord de Foix, où ses crêtes s'alignent avec une régularité qui est un trait remarquable de l'orographie de ces contrées, nettement accusé d'ailleurs sur la carte de l'État-Major (feuilles de Pamiers et de Foix). A cette série intermédiaire, si simple par ses formes, on voit succéder, près de la limite orientale du même département, la deuxième boutonnière anticlinale, dont les formes sont d'une régularité classique. Celle-ci s'ouvre à Lavelanet (Ariége), et finit à Puitvert (Aude), point au delà duquel va commencer l'épanouissement des Corbières.

» Nous avons annoncé que cette chaîne extérieure avait une composition toute spéciale, et qu'elle offrait exclusivement le groupe complet des terrains les plus récents des Pyrénées, c'est-à-dire le terrain crétacé supérieur et le terrain à nummulites. Nous croyons devoir indiquer la composition générale de ces deux terrains, qui reste la même pour tout le système, sauf des modifications de faciès.

» Le terrain crétacé supérieur offre ici trois étages distincts, savoir :

1° étage turonien de d'Orbigny, représenté par le calcaire à hippurites; 2° le *sénonien*, du même auteur, qui consiste en des couches argileuses des calcaires et des grès à lignites, où se trouvent les fossiles de la craie blanche et ceux de Maëstricht; 3° le nouveau type, que j'ai appelé *garumnien*. Celui-ci, constitué dans la Haute-Garonne par des couches marines et fluvio-marines, renfermant des sphérulites et autres fossiles crétacés, prend un faciès lacustre en passant dans l'Ariége et dans l'Aude, où il se distingue nettement par la couleur rutilante de ses principales assises.

» Le terrain à nummulites, qui est caractérisé par des fossiles particuliers et par des espèces du terrain tertiaire inférieur du bassin, offre quelques variations dans sa composition, qui est assez complexe dans la Haute-Garonne; mais il n'y a pas lieu de le diviser : il convient toutefois de considérer à part le conglomérat qui le surmonte (*poudingue de Palassou*), conglomérat dont les éléments sont presque toujours de nature calcaire, qui a participé à tous les mouvements du terrain à nummulites et que l'on doit considérer comme le dernier élément qui ait été déposé avant la grande catastrophe qui a donné à notre chaîne son relief actuel.

» Il est bon de remarquer que ces terrains, évidemment contemporains de ceux qui bordent les Pyrénées dans la demi-chaîne occidentale, sont composés d'une manière si différente que l'on serait porté à croire qu'ils ont été déposés dans des bassins plus ou moins distincts.

» Ainsi le terrain crétacé supérieur dont les assises sont très-caractérisées par une faune riche et variée dans la Haute-Garonne, et qui s'y trouve couronné par le type garumnien, est principalement représenté, dans les dépôts des Hautes et Basses-Pyrénées, par le système, assez plat orographiquement, des schistes et des grès à fucoïdes. Ce système, dans l'arrondissement de Bayonne, où il s'avance beaucoup au nord sans offrir un relief ni aucune autre circonstance remarquable, comprend, il est vrai, des assises contenant des mollusques et des échinodermes crétacés, mais ces fossiles appartiennent, pour la plupart, à des espèces différentes de celles qui dominent dans la craie des petites Pyrénées. Celle-ci, d'ailleurs, offre au-dessus de la craie de Maëstricht, nettement accusée par des espèces absentes dans l'autre demi-chaîne, le type garumnien, qui paraît être particulièrement affecté à notre chaînon oriental. Il y a aussi une assez grande différence en ce qui touche au terrain nummulitique, qui est notamment caractérisé dans les Hautes et Basses-Pyrénées par des espèces de nummulites différentes.

» Nous devons toutefois signaler, dans cette dernière, ce caractère qui lui est commun avec la nôtre, que les terrains supérieurs des Pyrénées y

existent exclusivement, et qu'ils s'y trouvent séparés de la haute chaîne par le fossé de Flamichon qui, dans le Béarn et le pays basque, est plus caractérisé que dans les Pyrénées centrales. Il existe aussi de ce côté une anomalie qui correspond à celle que j'ai signalée ci-dessus à Foix. Elle consiste dans le soulèvement restreint d'Orthès, où une poussée violente a fait paraître à la surface, en ce point seulement, le calcaire à caprotines qui, dans son état normal, se redresse au sud du fossé de Flamichon sous forme d'une falaise, au pied de laquelle les terrains supérieurs s'affaissent d'une manière remarquable. »

M. **Laussedat**, dans une Lettre adressée à M. le Président et relative à un sujet dont il l'avait précédemment entretenu, à un *projet d'appareil pour l'observation du passage de Vénus*, annonce que, loin d'abandonner ce projet, dont il avait dû, pour un temps et à son grand regret, cesser de s'occuper, il poursuit ses préparatifs et espère les avoir bientôt menés à bonne fin. Au moment où il fut contraint de les interrompre, il s'était déjà procuré une partie des instruments nécessaires et s'était mis en état de profiter de l'expérience acquise par les savants qui ont fait servir aux progrès de l'astronomie les procédés de la photographie. En ce moment, MM. Brunner disposent les différentes parties de l'appareil imaginé par M. Laussedat pour assurer le succès des opérations photographiques : il entre à ce sujet dans des détails où nous ne pouvons le suivre parce que ce que nous en dirions serait difficilement compris sans le secours de la figure qu'il a jugé lui-même nécessaire de joindre à sa Note.

Cette Note sera renvoyée à l'examen de la Commission chargée de s'occuper de tout ce qui concerne la future observation de passage.

M. **Blanchon** adresse de Philadelphie, en date du 15 octobre 1871, une Note qui est une sorte de jugement porté sur des publications déjà anciennes faites par deux membres d'Académie, M. *Claude Bernard* d'une part, et M. *Coste* de l'autre. Le premier, dans son « Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France » (Paris 1867), avait été conduit à opposer les sciences d'observation aux sciences expérimentales ; M. Coste, dans un opuscule publié peu de temps après et intitulé « De l'observation et de l'expérience en physiologie », s'était attaché à faire ressortir les points sur lesquels il différait d'opinion avec son confrère.

Le débat n'ayant point été porté devant l'Académie, ce n'est pas à une personne qui lui est étrangère à l'en saisir ; la Lettre devrait donc, pour ce

seul motif, être considérée comme non avenue. La question débattue n'est d'ailleurs, pour M. Blanchon, qu'un point de départ d'où il s'élève à des considérations qui ne sont plus du domaine de l'Académie des Sciences.

M. Larroque adresse de Provins une Lettre relative à un précédent envoi (pièces manuscrites et imprimées concernant diverses questions de physique générale), envoi mentionné au *Compte rendu* de la séance du 11 décembre 1871. L'auteur annonce avoir soumis également ses idées à diverses Académies étrangères et avoir obtenu de plusieurs d'entre elles un accusé de réception; il s'étonne de n'en avoir pas eu de l'Académie, qui n'est pas en effet dans l'usage d'en envoyer, la mention au *Compte rendu* imprimé de la séance où la pièce a été présentée étant jugée suffisante.

La lettre de M. Larroque est renvoyée, ainsi que l'avaient été les pièces précédemment adressées par lui, à l'examen de M. Jamin, que l'auteur désigne lui-même comme un des savants dont il serait disposé à accepter le jugement.

M. Janneau adresse d'Amuré (Deux-Sèvres), un manuscrit intitulé : « Première Note sur l'Astronomie : insuffisance du système de Newton ».

(Renvoi à la section d'Astronomie qui jugera si cette Communication est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.)

M. Albengue demande quelles sont les formes à suivre pour que l'Académie examine un travail qu'il se propose de lui présenter.

On fera savoir à l'auteur qu'il lui suffira de déposer au Secrétariat de l'Institut le Mémoire qu'il désire soumettre au jugement de l'Académie; ce travail sera mentionné au *Compte rendu* de la plus prochaine séance et renvoyé, suivant le cas, à l'examen d'un ou de plusieurs commissaires.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique présente la liste suivante de Candidats pour la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *Piobert* :

| | |
|---|---|
| *En première ligne* . . . . . . | **M. TRESCA.** |
| *En deuxième ligne, par ordre alphabétique*. . . . . . . . | **M. BOUSSINESQ.**<br>**M. BRESSE.**<br>**M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.**<br>**M. RESAL.**<br>**M. ROLLAND.** |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance; MM. les Membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 7 heures. É. D. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 mars 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires*, publié par ordre du Ministre de la Guerre; 3e série, t. XXVII. Paris, 1871; in-8°.

*Contribution à l'histoire médico-chirurgicale du siége de Paris. L'ambulance militaire de la rue Violet*, n° 57 (*institution des sœurs garde-malades des pauvres*), *succursale de l'Hôtel des Invalides; par* le Dr Ch. GIRARD. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*La répulsion universelle; par* HOMBRESOY. Paris, 1872; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

*Traité sur les déviations des dents et de leur redressement; par* M. le Dr S. GOLDENSTEIN. Paris, 1871; br. in-8°.

*Commission météorologique de Lyon*, 1869; 26e année. Lyon, sans date; in-8°.

*Précis des herborisations faites par la Société d'Histoire naturelle de Toulouse pendant l'année* 1870; *par* M. E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, 1871; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, t. IV.)

*Bibliothèque de l'École des Hautes-Études. Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par* MM. G. DARBOUX *et* J. HOUËL; t. II, mai à octobre 1871. Paris, 1871; 6 liv. in-8°.

*Eléments de Chimie organique et inorganique; par* M. F. WOEHLER; traduit de l'allemand sur la onzième édition, par M. L. GRANDEAU. Paris, sans date; in-8°.

*Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles; par* G. MOQUIN-TANDON. Paris, 1870; in-4°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

*Le Sahara. Observations de géologie et de géographie physique et biologique, avec des aperçus sur l'Atlas et le Soudan, et discussion de l'hypothèse de la mer saharienne à l'époque préhistorique; par* A. POMEL. Alger, 1872; in-8°.

*Materialien zur Mineralogie Russlands; von* Nikolai V. KOKSCHAROW. Sechster band, p. 1-208. Saint-Petersburg, 1872; in-8°, avec atlas in-4°.

*Sulle azioni chimiche e meccaniche dell' acqua come cagioni attuali modificatrici della valle del Velino nel* 2° *Abruzzo ulteriore; autore prof.* G. TENORE. Napoli, 1871; in-4°.

*Sopra la costruzione degli ingranaggi ad assi non concorrenti; Memoria dell' ing. prof.* D. TESSARI. Torino, 1871. (Estratto dagli *Annali del R. Museo industriale italiano*.)

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie à vouloir bien désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans sa prochaine séance générale, qui aura lieu le mercredi 3 avril.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes adresse l'ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Airy*, à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de sir *John Herschel*.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes adresse l'ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *L. Agassiz*, à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de sir *R. J. Murchison*.

M. Serret présente, au sujet d'une Note de M. *Boussinesq*, insérée au *Compte rendu* de la dernière séance (p. 730), les remarques suivantes :

« Le *Compte rendu* de la dernière séance renferme une Note de M. Bous-

sinesq, dans laquelle l'auteur se propose de faire connaître un procédé qui permet d'obtenir les intégrales de certaines équations aux dérivées partielles du deuxième ordre.

» M. Boussinesq qui s'occupe avec une grande activité, depuis plusieurs années, de recherches de mécanique et de physique mathématique, n'a peut-être pas eu l'occasion, ce qui s'explique facilement, de prendre connaissance de tous les résultats acquis à la science dans la partie du calcul intégral à laquelle se rapporte sa dernière Communication, et notamment des beaux travaux d'Euler, de Laplace et de Legendre, sur cette matière.

» La transformation que M. Boussinesq croit nouvelle est effectivement déjà bien ancienne, et l'analyse dont il a fait usage dans la Note présentée lundi dernier à l'Académie, se trouve développée tout au long avec de nombreux détails dans le *Traité du calcul différentiel et du calcul intégral* de Lacroix (2e édition, tome II, pages 604 et suivantes, nos 764..... 769).

» L'équation que Lacroix considère à l'endroit cité est plus générale que celle dont M. Boussinesq s'est occupé, en ce sens que le second membre, au lieu d'être nul, peut être une fonction quelconque donnée des variables indépendantes; la présence de ce second membre n'apporte d'ailleurs aucune complication dans le calcul de l'équation transformée.

» La note de M. Boussinesq ayant été publiée *in extenso* dans le *Compte rendu* de la dernière séance, il m'a paru absolument indispensable de communiquer à l'Académie les remarques qui précèdent. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'hydrodynamique des cours d'eau* [suite (*)]; *par* **M. de Saint-Venant.**

» **11.** Dans les Notes de 1871, il généralise (**), en affectant la valeur de $\varepsilon$ de fonctions monômes du *rayon moyen* de la section (quotient de son aire par son périmètre mouillé) et de la vitesse contre ses parois. Des fonctions binômes ou d'une autre forme quelconque se prêteraient au même calcul.

» Comme on voit, le fluide, bien qu'homogène par nature, doit être traité comme une masse *mécaniquement hétérogène*, ou donnant lieu, pour

(*) *Voir* aux trois séances précédentes (26 février, p. 570-577; 4 mars, p. 649-657; 11 mars, p. 693-701).

(**) *Sur le mouvement varié de l'eau*, etc., par M. Boussinesq. (*Comptes rendus*, 3 et 10 juillet 1871; t. LXXIII, p. 34 et 101.)

mêmes mouvements relatifs intérieurs, à un développement de forces qui varient d'intensité d'un point à l'autre, c'est-à-dire dont le coefficient spécifique dépend des coordonnées des divers points de la masse fluide, et même du temps s'il n'y a pas permanence.

» Outre les équations différentielles indéfinies, ou applicables à tous les points de la masse fluide résultant de la substitution des six composantes (1) des pressions intérieures (n° 2) dans les trois équations générales connues, telles que $\frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{yx}}{dy} + \frac{dp_{zx}}{dz} + \rho X = 0$ de l'équilibre dynamique d'un élément parallélépipède (X étant une force qui anime, parallèlement aux $x$, l'unité de son volume), il faut aussi poser des équations définies ou aux limites, qui sont ici surtout le fond et les parois. La résistance tangentielle qui s'y trouve en jeu est supposée, dans les Notes citées de 1871 (page 35), proportionnelle à un coefficient de rugosité, à une fonction de la vitesse de la couche contiguë, et aussi à une fonction du *rayon moyen* ou des dimensions de la section, dans laquelle les tourbillons se développent pour modérer les différences, croissantes avec celles-ci, qui tendent à s'établir entre les vitesses des couches fluides superposées, voisines du fond ou des parois (*).

---

(*) Soient, en général, en se bornant ici au canal rectangle de largeur indéfinie et de profondeur $h$, considéré au n° 10, $u_0$ la vitesse au fond ou la valeur de $u$ pour $z = h$; et soient supposés $\varepsilon = \rho g A \varphi(h) h u_0$, et le frottement au fond, par unité superficielle, $\rho g B \varphi_1(h) \varphi_2(u_0) u_0^2$, A et B étant deux coefficients qui dépendent de la rugosité des parois, $\varphi$ et $\varphi_1$, $\varphi_2$ étant des fonctions soit monômes, telles que $h^{0,3}$, $u_0^{-0,1}$, soit binômes, telles que $1 + 1,25\, h^{-1}$, $1 + 0,1\, u_0^{-1}$, que semblent indiquer diverses expériences, soit de toute autre forme. Pour déterminer A et B, supposons le mouvement uniforme. Nous avons (n° 10)

$$-\varepsilon \frac{du}{dx} = \rho q I z,$$

d'où, comme $\rho q I h$ est le frottement au fond par unité de surface,

$$2A\varphi(h).hu_0(u_m - u_0) = Ih^2, \quad 6A\varphi(h).hu_0(u_m - U) = Ih^2, \quad B\varphi_1(h).\varphi_2(u_0)u_0^2 = Ih.$$

Éliminant $u_0$ entre ces trois équations, et mettant, dans les deux autres qui en résultent, pour U, $h$, T et $u_m$ les valeurs correspondantes fournies par diverses expériences, on en tirera, pour les nombres A et B, divers systèmes de valeurs qui, combinées, permettront d'adopter, pour eux, des moyennes satisfaisant convenablement aux expériences.

On tiendrait compte facilement, dans ce calcul, de ce que la vitesse maximum $u_m$ se trouve, par exemple, à un cinquième de la profondeur $h$, au lieu d'être à la surface, même lorsqu'un vent d'une vitesse à peu près égale souffle d'amont, comme l'a remarqué M. Boileau en mesurant des vitesses, qui, du reste, ont observé à peu près la loi parabolique. M. Boileau l'attribue

» Je pense que ce frottement exercé par le fond devrait être fait aussi fonction de la courbure convexe ou concave de son profil longitudinal. Si, en effet, le fond courbe tourne en haut sa convexité, il doit s'y produire quelque chose comme ce qui a lieu dans les ajutages à parois divergentes : l'eau, ayant une tendance à continuer de se mouvoir suivant chaque tangente à la courbe du profil, doit engendrer, dans l'espace compris entre cette courbe et sa tangente, des tourbillons qui ne se formeraient pas sur un fond plan; et les frottements doivent en être très-sensiblement augmentés. Quelque chose d'inverse, mais de moins prononcé, se produit indubitablement sur les fonds à profil longitudinal concave, qui doivent faire localement l'effet d'un resserrement de la section. La courbure devra donc entrer dans la valeur du coefficient par lequel on multipliera des fonctions de la profondeur et de la vitesse au fond pour exprimer le frottement qui s'y exerce.

» Il est entendu que si la convexité du fond, ou l'épanouissement de la section, devient rapide, comme les tourbillons engendrés sont alors fort considérables, la question change, et il y a lieu d'appliquer le théorème connu dit de perte de force vive, de Borda.

» 12. Mettre ainsi en compte, par des suppositions rationnelles et vérifiées dans un certain nombre de leurs conséquences, cette hétérogénéité dynamique du fluide des cours d'eau, ou cette intensité tourbillonnaire, avec son influence sur les coefficients de frottement intérieur ou de frottement extérieur du fluide, et faire entrer ceux-ci dans une analyse des mouvements de translation du fluide aux divers points de ses sections, paraît être la vraie voie où il convient désormais de faire marcher la théorie des grands écoulements.

» C'est au moyen de cette analyse des divers mouvements particuliers et locaux qu'on pourra, comme il a été dit au commencement de ce Mémoire (n° 1) traiter les cas de mouvements variés (*), de mouvements non

(*Comptes rendus*, 2 février 1846, pour l'extrait, et 20 juillet pour le Rapport), et M. Bazin, après lui, à un trouble particulier résultant, vers la surface, des tourbillons qui, lancés du fond, viennent s'épanouir en haut et retombent après s'être un peu émergés. M. Bazin parut, toutefois, y voir un effet du rapprochement des bords dans les canaux étroits; s'il en était ainsi, l'enfoncement du point de maximum pourrait bien être dû surtout au frottement exercé par l'air dans les cours d'eau pouvant être regardés comme infiniment larges, comme d'autres expérimentateurs semblent l'avoir trouvé.

(*) M. Boussinesq en a présenté un premier essai, aux Notes citées de juillet 1871, pour un canal rectangulaire de largeur constante et considérable, ayant une profondeur bien moindre,

rectilignes, etc., avec quelque chance d'arriver à des résultats rapprochés des faits. Et, même en se bornant aux cas de mouvement uniforme, c'est par là seulement qu'on arrivera à dresser, pour des sections diverses, des formules mettant fin à la confusion qu'apporte chaque année la connaissance de nouveaux faits, ne rentrant point dans les formules empiriquement déduites des faits précédemment connus (*).

---

variable, mais non rapidement, d'une section transversale à l'autre. Il tient compte de la divergence des filets fluides. Il trouve, entre autres choses, qu'il y a lieu de modifier un peu l'équation de mouvement varié permanent posée par Coriolis et par d'autres hydrauliciens. Ces auteurs, en faisant usage du principe des forces vives, affectent le carré $U^2$ de la vitesse moyenne à travers une section $\omega$, d'un coefficient $\alpha = \frac{1}{\omega}\int\left(\frac{u}{U}\right)^3 d\omega$, un peu plus grand que l'unité, représentant le rapport moyen des cubes des vitesses individuelles $u$ des filets au cube de leur moyenne U. M. Boussinesq, en posant l'équation par le principe des quantités de mouvement, dont l'emploi élimine les actions intérieures inconnues, trouve qu'au lieu de ce coefficient il faut prendre celui qui est égal au rapport moyen *des carrés*, et qui diffère trois fois moins de l'unité que le coefficient de Coriolis. Il explique la différence en remarquant qu'un certain théorème, employé implicitement par Coriolis et explicitement par M. Belanger, théorème d'après lequel le travail total des frottements tant à l'intérieur qu'aux parois, par unité de longueur du courant, serait égal à la somme des seuls frottements aux parois, multipliée par la vitesse moyenne U, n'est vrai que pour le cas particulier du mouvement uniforme; cas où il n'y a nullement lieu d'employer le coefficient $\alpha$, puisque l'acquisition de force vive est alors nulle. Et il ajoute, pour en affecter encore les $U^2$, un autre coefficient, dû à ce que le frottement au fond n'est pas un même multiple de ce carré de la vitesse moyenne lorsque le mouvement est varié que lorsqu'il est uniforme; en sorte que son équation est plus exacte et plus complète que celles de ses prédécesseurs.

Déjà Dupuit avait élevé, sur l'usage du coefficient $\alpha$ de Coriolis dans le mouvement varié, un doute, qu'il fondait (*Études sur le mouvement des eaux*, 2e édition, 1863, nos 40 à 46) sur ce que toute augmentation de la vitesse moyenne, d'une section à une section voisine et plus petite, entraîne, à cause de la chute qui l'accompagne, une diminution dans les différences des vitesses individuelles.

(*) Voyez *Du mouvement de l'eau dans les conduites et les canaux*, par M. Gauckler (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1868, premier semestre, et surtout *Étude comparative des formules proposées pour calculer le débit des canaux découverts*, par M. Bazin, mêmes *Annales*, janvier 1871.)

Les formules monômes, approximatives dans certaines limites, que j'ai proposées en 1851 et 1864, et où la vitesse U avait un exposant fractionnaire tel que 1,9, n'avaient pour but que de résoudre facilement certains problèmes (celui, par exemple, du *remous* ou gonflement occasionné par les barrages) auxquels ne se prête que difficilement la formule binôme du second degré, et de donner des résultats bien plus approchés que ne le peuvent faire les hydrauliciens qui effacent purement et simplement le terme de premier degré du binôme.

» Le problème de l'établissement, dans chaque cas, des équations différentielles du mouvement, et ensuite de leur intégration approchée, aura encore sa difficulté souvent grande. Mais il ne présentera plus, envisagé ainsi, cette désespérante énigme contre laquelle des esprits distingués se sont heurtés en vain (nos 8, 9). On peut espérer, pour l'avenir, que des labeurs aussi intelligents et dévoués ne seront plus prodigués en pure perte. »

CHIMIE. — *Sur un phénomène de cristallisation d'une solution saline très-concentrée; par* **M. Chevreul.**

» J'ai reconnu dans l'eau où des matières azotées avaient macéré et subi une fermentation que je considère comme le commencement d'une décomposition putride, trois acides au moins qui, s'ils ne sont pas identiques à trois des acides volatils non azotés que j'ai découverts dans le suint, y sont correspondants et très-analogues par leurs propriétés. Je ne suis point encore en mesure de prononcer définitivement sur cette question; des difficultés que j'exposerai plus tard en donneront la raison. Quoi qu'il en soit, en attendant, je vais signaler quelques faits d'actions moléculaires qui me paraissent dignes d'intérêt.

» Un des trois sels, probablement mélangé d'un second presque aussi soluble dans l'eau, présente une propriété remarquable lorsqu'on étudie les phénomènes de sa solution aqueuse dans les circonstances suivantes :

» Sa solution concentrée à pellicule transparente et incolore est un liquide épais à la température ordinaire, représenté par 2 parties d'eau et 3 parties de sel anhydre environ.

» Si l'on en concentre une vingtaine de grammes dans une capsule hémi-

---

Je pense qu'on peut, dans diverses formules, égaler le frottement RI des parois à une expression affectée d'une simple puissance fractionnaire du rayon moyen R, mais que la vitesse n'y devrait entrer, pour qu'elles fussent plus rationnelles et générales, que sous un binôme comme celui qui a été adopté par Prony d'après Coulomb et Girard. C'est, en effet, le seul moyen d'éviter qu'au-dessous d'une certaine vitesse ou d'une certaine pente, il faille, avec les deux auteurs dont nous venons de citer les écrits récents, quitter brusquement la formule du second degré pour en prendre une du premier en U. En tous cas, la pente I ne devrait point entrer dans le second membre des équations dont le premier membre est RI ou l'intensité, en hauteur de prisme fluide, du frottement par mètre carré de paroi : il faudrait en dégager I ou l'exprimer en U et R, puis multiplier par R; car le frottement ne dépend de la pente qu'en tant que celle-ci est génératrice d'une vitesse, vraie cause du frottement de l'eau contre les parois ou le fond.

sphérique, on obtient une demi-lentille hémisphérique parfaitement homogène, retenant encore dans cet état plus ou moins d'eau, et elle peut en retenir même après plus d'une année d'exposition à l'air dans la capsule qui la renferme, couverte d'un simple papier.

» Mais voici les faits sur lesquels j'appelle l'attention de l'Académie :

» Une solution concentrée à pellicule, abandonnée à l'évaporation spontanée, me présenta, après un mois environ, au centre de la surface d'une masse transparente et d'apparence solide, une excroissance d'un blanc parfait, de 1 centimètre de diamètre, ne dépassant la surface que de 2 à 3 millimètres; le diamètre intérieur de la capsule était de $7^c,5$. L'excroissance s'éleva lentement jusqu'à 3 centimètres au moins, et peu de temps après son apparition, des excroissances se produisirent autour d'elle, et peu à peu la capsule en fut couverte. En outre, on compta au fond du vase, sur les bords de la solution, six protubérances circulaires *creuses au centre*, et rappelant des capsules vides de gland plutôt que la figure d'un *cratère*.

» L'apparence de l'ensemble de ces excroissances était celle de certaines stalagmites, ou plus exactement, selon M. Daubrée, d'un *flos-ferri*.

» L'explication de cette cristallisation, formée de petits cristaux microscopiques dont l'agrégation symétrique résultait de couches successives produites de bas en haut, ne s'offrit pas, je l'avoue, immédiatement, d'une manière nette à mon esprit; car c'était la première fois depuis cinquante-deux ans que la matière sur laquelle je travaille aujourd'hui me la présentait. Mais ayant bientôt cherché à m'éclairer, l'explication m'a paru celle-ci.

» Des solutions analogues à la précédente m'ont présenté les faits suivants. Elles étaient dans de petites capsules ou dans des verres de montre.

» Une bulle hémisphérique de quelques millimètres se montre au centre. Elle est circonscrite en relief, comme le reste de la surface, par une pellicule. Mais la pellicule hémisphérique est plus mince que la pellicule plane; en l'observant dans un verre de montre et en la pressant légèrement, on constate que la bulle ne renferme que du liquide sans air. Eh bien! la formation de la bulle me paraît être une conséquence de la pression exercée par la pellicule solide résultant de l'évaporation de l'eau qui se produit à la surface plane; de là, sur la solution saturée de l'intérieur, une pression dont la résultante se faisant sentir au centre donne lieu d'abord à une bulle hémisphérique. A sa circonférence se produit un suintement de solution qui finit par produire des cristaux microscopiques, lesquels se mouillant par capillarité, donnent lieu à des afflux successifs qui, par évaporation,

produisent une cristallisation ascensionnelle, rentrant en définitive dans les cristallisations dites *grimpantes*, où la couche liquide s'élève successivement entre les parois du vase contenant la solution et des cristaux qui se sont formés aux dépens du liquide touchant ces mêmes parois.

» En définitive, c'est donc le *retrait* de la couche superficielle devenue solide qui, par la pression qu'elle exerce sur la partie centrale, mobile à cause du liquide qu'elle retient, rompt la pellicule centrale en donnant lieu à un suintement de solution qui produit des cristaux microscopiques; et c'est après une certaine élévation de la protubérance centrale que de nouvelles cristallisations apparaissent symétriquement autour d'elles.

» Les protubérances creuses situées à la circonférence montrent bien comment la cristallisation commence circulairement, et comment, faute de liquide affluent, ces mêmes protubérances ne se sont pas accrues.

» J'ai trouvé, ai-je dit, au moins trois acides dans l'eau où des cadavres ont macéré. L'un d'eux se rapproche des acides caproïque et caprique, par la faible solubilité de son acide hydraté, d'apparence oléagineuse, dans l'eau. Il ne serait pas impossible que cet acide fût mêlé d'un autre acide, qui en différerait par une volatilité moindre. Les deux autres sont différents, en ce que l'un forme avec la baryte un sel qui, parfaitement séché, conserve des années entières sa forme vitreuse, tandis que l'autre acide, uni à la baryte, cristallise en longues aiguilles. Ces deux sels sont remarquables à deux égards, par leur excessive solubilité dans l'eau et leur non-déliquescence.

» Il me reste à rechercher si la solution qui m'a présenté les phénomènes que je viens de décrire est formée d'un seul sel ou, ce qui semble plus vraisemblable, si elle ne renfermerait pas les deux sels dont je viens de parler, ou encore si le sel grimpant ne serait pas produit par un sel différent de celui qui cristallise en longues aiguilles.

» Je ferai remarquer que des solutions des sels très-solubles dont je parle présentent des phénomènes intéressants quand on les observe dans des verres de montre abandonnés à l'évaporation spontanée; on peut observer : 1° que les unes se réduisent en une matière parfaitement transparente et incolore, comme le serait le plus beau vernis; 2° que d'autres, avant leur dessiccation parfaite, présentent des figures en relief symétriques, rappelant les figures des ondes sonores de Chladni.

» La vue du phénomène que je viens de décrire me rappela l'opinion de Tournefort, sur la *végétation des minéraux*, et la phrase plus spirituelle qu'exacte de Fontenelle, dans son éloge du célèbre botaniste, lorsqu'en

parlant de la descente de Tournefort et de ses deux compagnons de voyage, le médecin Gundelsheimer et le dessinateur Aubriet, dans la grotte d'Antiparos, il dit : « En vain la nature s'était cachée dans des lieux si profonds » et si inaccessibles, pour travailler à la *végétation des pierres*, elle fut pour » ainsi dire prise sur le fait par des curieux si hardis. »

» Il ne s'agissait pas du spectacle magnifique de la grotte d'Antiparos, dans le phénomène que je viens de décrire, mais d'un spectacle inattendu offert aux regards par quelques grammes d'un produit chimique contenu dans une modeste capsule de porcelaine, bien précieuse pourtant! parce qu'elle renfermait une préparation dont l'origine remonte à une trentaine d'années, et qu'avaient respectée et l'obus prussien qui éclata dans l'atelier de teinture des Gobelins, au-dessous même de mon laboratoire, et plus tard, les flammes des incendiaires de la Commune de Paris! »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation du chloral; par* **MM. A. Wurtz et G. Vogt.**

« L'un de nous a démontré que l'action du chlore sur l'aldéhyde, dans des conditions convenables, donne lieu à la formation d'une certaine quantité de chlorure d'acétyle et d'une combinaison de chlorure d'acétyle avec l'aldéhyde. Cette réaction est conforme à celle que l'on observe avec d'autres aldéhydes, en particulier avec l'essence d'amandes amères dont la transformation en chlorure de benzoyle, sous l'influence du chlore, a été démontrée autrefois dans les travaux classiques de MM. Liebig et Wöhler. Toutefois, il s'en faut que la réaction soit aussi nette avec l'aldéhyde qu'avec l'essence d'amandes amères. Le premier de ces corps possédant une tendance très-prononcée à se polymériser, on obtient par l'action prolongée du chlore des dérivés chlorés de produits de condensation, parmi lesquels MM. Kræmer et Pinner ont signalé le chloral crotonique (1).

» En tout cas, si l'on se place dans les conditions que j'ai indiquées, ce n'est pas le chloral ou l'hydrure de trichloracétyle qui se forme avec l'aldéhyde, ce n'est pas, en d'autres termes, le groupe méthylique de l'aldéhyde $CH^3$-CHO, mais l'autre groupe, le groupe incomplet CHO qui est attaqué, et il se forme du chlorure d'acétyle $CH^3$-COCl.

» Il nous a semblé qu'on pourrait empêcher ce dernier groupe de céder

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 328.

à l'action du chlore, en le saturant par la fixation d'autres éléments. Cette saturation est effectuée dans un composé décrit par MM. Wurtz et Frapolli et que ces chimistes ont obtenu en dirigeant un courant de gaz chlorhydrique dans un mélange d'aldéhyde et d'alcool. Dans ce produit $CH^3-CH \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ Cl \end{matrix} \right.$ le groupe CHO de l'aldéhyde se trouve remplacé par un groupe $CH \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ Cl \end{matrix} \right.$ et l'on pouvait espérer qu'en soumettant le corps dont il s'agit à l'action du chlore, ce n'est pas sur ce dernier groupe qui renferme déjà du chlore, mais bien sur le groupe méthylique $CH^3$ que porterait l'effort de ce corps simple. L'expérience a confirmé ces prévisions. En soumettant le produit chloré de MM. Wurtz et Frapolli à l'action du chlore, en présence d'une petite quantité d'iode, on obtient le corps tétrachloré $CCl^3-CH \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ Cl \end{matrix} \right.$ qu'il est facile de transformer en chloral.

» On a purifié le composé tétrachloré dont il s'agit en le faisant digérer à chaud avec du perchlorure de phosphore. On l'a obtenu ainsi sous la forme d'un liquide incolore, bouillant de 183 à 188 degrés, et possédant à zéro degré la densité de 1,426. De fait, ce corps est identique avec l'éther tétrachloré $C^4H^6Cl^4O$ que M. Malaguti a décrit comme un des produits directs du chlore sur l'éther, et que M. Henry a obtenu récemment en faisant agir le perchlorure de phosphore sur l'alcoolate de chloral. M. Henry indique le point d'ébullition 188 degrés, et la densité 1,421 à 15 degrés.

» L'éther tétrachloré se convertit avec une grande facilité en chloral. Il suffit de le chauffer pendant quelque temps, en vase clos, avec de l'eau, à 100 degrés, pour le dédoubler en alcool, acide chlorhydrique et chloral.

$$\underbrace{CCl^3-CH \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ Cl \end{matrix} \right.}_{\text{Éther tétrachloré.}} + H^2O = HCl + C^2H^5.OH + \underbrace{CCl^3-COH}_{\text{Chloral.}}.$$

» Dans une expérience dont les détails seront décrits ailleurs et dans laquelle on avait chauffé 20 grammes d'éther tétrachloré, pendant plusieurs jours, avec de l'eau, au bain-marie, on a obtenu, par un traitement convenable, environ 10 grammes de chloral pur.

Chauffé pendant quelques jours au bain-marie, avec de l'alcool, l'éther tétrachloré se convertit en acide chlorhydrique et en acétal trichloré

$$\underbrace{CCl^3-CH \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ Cl \end{matrix} \right.}_{\text{Éther tétrachloré.}} + C^2H^5.OH = ClH + \underbrace{CCl^3-CH \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \end{matrix} \right.}_{\text{Acétal trichloré.}}.$$

Toutefois, l'acide chlorhydrique réagissant sur un excès d'alcool, il se forme une quantité notable de chlorure d'éthyle.

» Dans une opération, où l'on avait chauffé 20 grammes d'éther tétrachloré avec 30 grammes d'alcool, on a recueilli et condensé 3 grammes de chlorure d'éthyle. L'acétal trichloré obtenu dans cette réaction a passé à l'ébullition de 199 à 201 degrés.

» Distillé avec l'acide sulfurique, l'éther tétrachloré a donné du chlorure d'éthyle et du chloral.

» On remarquera que le chloral obtenu dans toutes ces réactions est un dérivé direct de l'aldéhyde. Partant de l'aldéhyde, on a converti d'abord ce corps, au moyen de l'alcool et du gaz chlorhydrique, en éther monochloré (corps de Wurtz et Frapolli), lequel a été converti successivement en éther tétrachloré et en chloral. Ainsi on a obtenu du chloral avec de l'aldéhyde, de l'alcool, du gaz chlorhydrique et du chlore. Ce sont là précisément les produits qui sont en présence dans la préparation du chloral, lorsqu'on fait passer du chlore dans l'alcool. M. Stas a constaté autrefois la présence de l'aldéhyde parmi les produits de l'action du chlore sur l'alcool faible. On comprend qu'il ne puisse pas se former une quantité notable d'aldéhyde dans la première phase de la préparation du chloral; en effet, sous l'influence de l'excès d'alcool et de l'acide chlorhydrique, sans cesse formé, l'aldéhyde doit se convertir immédiatement en éther monochloré, et celui-ci, par l'action du chlore, se transforme lui-même en éther tétrachloré. Ce dernier donne du chloral par l'action de l'eau, de l'acétal perchloré par l'action de l'alcool. On sait, en effet, par les expériences de M. Lieben, que l'acétal perchloré existe parmi les produits de l'action du chlore sur l'alcool, et joue un rôle dans la préparation du chloral : il fournit ce corps par l'action de l'acide sulfurique.

» Toutefois, la réaction principale donnant naissance au chloral nous paraît être l'action de l'eau sur l'éther tétrachloré. Et cette eau, indépendamment de celle qui peut exister dans l'alcool, prend naissance dans la première phase de la réaction elle-même, par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde et l'alcool

$$\underbrace{CH^3\text{-}CHO}_{\text{Aldéhyde.}} + \underbrace{C^2H^5.OH}_{\text{Alcool.}} + HCl = \underbrace{CH^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OC^2H^5\\Cl\end{matrix}\right.}_{\text{Éther monochloré.}} + H^2O.$$

» Elle décompose l'éther tétrachloré, selon l'équation donnée plus haut, en chloral, acide chlorhydrique et alcool, lequel peut entrer en réaction avec une nouvelle quantité d'aldéhyde et d'acide chlorhydrique. On

conçoit donc qu'une quantité limitée d'eau, alternativement formée et décomposée, puisse concourir à la formation d'une quantité notable de chloral.

» Pour convertir l'aldéhyde en chloral, il a donc suffi de fixer certains éléments sur le groupe aldéhydique CHO, en faisant agir sur l'aldéhyde l'alcool et l'acide chlorhydrique. Il nous a paru intéressant de rechercher si l'on n'arriverait point au même résultat, en remplaçant dans cette expérience l'alcool par l'eau. Théoriquement, une telle substitution paraissait possible en provoquant la formation d'un corps $CH^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right.$, qui correspond au composé de MM. Wurtz et Frapolli, et qui représente de l'alcool monochloré, ou encore la chlorhydrine du glycol éthylidénique $CH^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$. Un tel corps étant soumis à l'action du chlore, celui-ci devait attaquer, par les mêmes raisons que dans le cas précédent, plutôt le groupe $CH^3$ que l'autre. Dans ce cas encore l'expérience a ratifié les prévisions de la théorie.

» Lorsqu'on ajoute de l'aldéhyde à de l'acide chlorhydrique ordinaire, on observe une réaction très-vive avec dégagement de chaleur, et le liquide brunit facilement au bout de quelque temps. Pour éviter cet inconvénient nous avons opéré de la manière suivante :

De l'aldéhyde pure et refroidie est mélangée avec de l'eau glacée dans la proportion des poids moléculaires; le liquide refroidi à — 10 degrés est mélangé avec précaution avec environ son poids d'acide chlorhydrique moyennement concentré et refroidi à — 10 degrés. Dans le mélange incolore ou très-légèrement fauve on dirige immédiatement un courant de chlore, le liquide étant refroidi. Au bout de quelques heures on chauffe légèrement en continuant de faire passer du chlore et en ayant soin de mettre le vase où s'opère la réaction en communication avec un récipient, à l'aide d'un tube recourbé qui plonge dans ce dernier. Dès que la température s'élève vers 100 degrés, on voit alors un liquide épais, visqueux, se rassembler dans le récipient : il y passe goutte à goutte, entraîné par l'excès de chlore.

Lorsqu'on opère dans les conditions qui viennent d'être indiquées, la proportion de ce liquide est assez considérable et l'on peut en obtenir un poids sensiblement égal à celui de l'aldéhyde employée. Le liquide épais et visqueux dont il s'agit est un hydrate d'aldéhyde dichlorée, mélangé avec de l'hydrate de chloral. Soumis à la distillation, il passe presque en-

tièrement au-dessous de 105 degrés. Distillé avec un excès d'acide sulfurique, il donne un mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral, qui passe à la distillation entre 85 et 98 degrés. Tous les essais qui ont été tentés pour séparer ces corps chlorés n'ont pas abouti : leurs points d'ébullition sont trop voisins, celui du chloral étant 95 degrés, celui de l'aldéhyde dichlorée 88 à 90 degrés d'après M. Paterno, qui a obtenu, comme on sait, ce dernier corps en décomposant l'acétale dichloré par l'acide sulfurique. Toutefois les analyses que nous avons faites ont démontré que les parties qui passent à la distillation au-dessous de 90 degrés, sont généralement plus riches en aldéhyde dichlorée que la portion qui présente le point d'ébullition du chloral. Lorsqu'on expose cette dernière à l'air, il s'y forme quelquefois des cristaux d'hydrate de chloral. Les portions riches en aldéhyde dichlorée forment, au contraire, avec l'eau, un hydrate sirupeux (1).

» Lorsqu'on traite par la potasse caustique le mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral, ce dernier se dédouble en chloral et en chloroforme, tandis que l'aldéhyde dichlorée éprouve un autre mode de décomposition. Dans une expérience où l'on a décomposé par la potasse 13 grammes d'un tel mélange, bouillant au-dessous de 90 degrés, on n'a recueilli que 3gr, 5 de chloroforme. La liqueur a noirci, et l'on a pu constater dans la solution noire la présence d'une quantité notable de chlorure de potassium et celle d'un acide organique complexe, soluble dans l'eau, et formant avec le sous-

---

(1) Nous donnons ici les résultats des nombreuses analyses que nous avons faites avec le mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral obtenu dans le cours de nos recherches.

*Produits obtenus par l'action du chlore sur un mélange d'acide chlorhydrique et d'aldéhyde.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Point d'ébullition... | 88° à 96 | 90° | 85° à 90 | 94° | 96° |
| Carbone.......... | 18,9 | 16,56 | 19,67 | 18,05 | 17,38 |
| Hydrogène........ | 1,5 | 1,54 | 1,53 | 1,26 | 1,61 |

| | *Produits obtenus par l'action du chlore sur un mélange d'aldéhyde et d'eau.* | | *Produit obtenu selon la méthode de M. Pinner.* |
|---|---|---|---|
| Points d'ébullition.. | 85° à 92 | 94° à 96 | 90° à 95 |
| Carbone.......... | 18,40 | 18,65 | 19,10 |
| Hydrogène........ | 1,46 | 1,25 | 1,39 |
| Chlore........... | » | 68,13 | » |

| | Chloral. Théorie. | Aldéhyde dichlorée. Théorie. |
|---|---|---|
| Carbone.......... | 16,27 | 21,24 |
| Hydrogène........ | 0,67 | 1,77 |
| Chlore........... | 72,20 | 62,83 |

acétate de plomb un abondant précipité. Cet acide n'a pas encore été étudié. Ce qui est hors de doute, c'est que la potasse enlève du chlore à l'aldéhyde dichlorée et modifie ensuite les corps oxygénés qui peuvent résulter de cette action et qui sont sans doute d'une nature très-instable.

» L'action du chlore sur un mélange d'acide chlorhydrique et d'aldéhyde donne naissance à une quantité assez notable du liquide visqueux dont il a été question. Dans une opération où l'on avait opéré sur 15 grammes d'aldéhyde pure mélangée avec quelques grammes d'eau et avec 20 grammes d'acide chlorhydrique moyennement concentré, on a recueilli dans le récipient près de 15 grammes du liquide visqueux, sans compter ce qui a pu rester en dissolution dans le mélange acide lui-même.

» Les choses se passent ainsi lorsqu'on opère avec les précautions qui viennent d'être indiquées. Dans le cas contraire, si on laissait s'échauffer le mélange d'aldéhyde et d'acide chlorhydrique, si, d'un autre côté, l'on employait un grand excès de ce dernier acide, il serait difficile d'éviter la coloration du mélange et la transformation d'une quantité notable de l'aldéhyde. A la vérité, ces mélanges bruns se décolorent sous l'influence du chlore; mais le liquide visqueux qui passe, comme dans le cas précédent, en moindre quantité toutefois, entraîne alors des produits insolubles qui se séparent immédiatement, ou au moins lorsqu'on soumet le liquide visqueux à la distillation. Ces produits se prennent quelquefois en une masse de cristaux. En même temps on voit apparaître, à la fin de l'opération, des cristaux soit dans le tube lui-même qui plonge dans le récipient, soit même dans le liquide acide qui a été soumis à l'action du chlore, après le refroidissement de ce liquide.

» Les cristaux dont il s'agit sont l'hydrate de chloral crotonique décrit par MM. Kræmer et Pinner. Il fond à 75 degrés. Dans le liquide oléagineux lui-même, on a pu constater la présence d'une certaine quantité de chloral crotonique. Lorsqu'on le soumet à la distillation, il passe entre des limites de température très-étendues, le thermomètre s'élevant au delà de 200 degrés à la fin de l'opération. En distillant, avec de l'acide sulfurique, les parties qui ont passé entre 150 et 180 degrés, on peut isoler une certaine quantité de chloral crotonique présentant la composition et les propriétés du corps découvert par MM. Kræmer et Pinner. Ajoutons que dans toutes ces expériences nous avons remarqué la formation de produits insolubles qui se déposent d'abord du liquide sous forme de corps oléagineux, et qui restent finalement, au sein de la liqueur acide, sous la forme d'une masse visqueuse jaune.

» L'action du chlore sur l'aldéhyde donnant naissance à de l'acide chlorhydrique, on s'est demandé si l'addition de cet acide peut être regardée comme une condition nécessaire à la formation du chloral, et s'il ne suffirait pas d'ajouter de l'eau pour arriver au même résultat. D'une part, l'acide chlorhydrique formé peut jouer le rôle de celui qu'on ajoute; d'autre part, on conçoit la saturation de la molécule d'aldéhyde par les éléments de l'eau seule. L'aldéhyde s'échauffe lorsqu'on la mélange avec de l'eau et cette élévation de température est sans doute l'indice d'une combinaison. Ce mélange pourrait renfermer l'hydrate saturé, mais très-instable, $CH^3 - CH \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \end{array} \right.$ isomérique avec le glycol, lequel se forme, comme on sait, par l'union directe de l'eau avec l'oxyde d'éthylène, isomérique avec l'aldéhyde. Le chlore en agissant à une basse température sur un tel hydrate pourrait sans doute attaquer la molécule par le groupe méthylique. On a donc fait l'expérience suivante :

» 50 grammes d'aldéhyde ont été mêlés à 20 grammes d'eau, les deux liquides étant refroidis à zéro degré. En 4 minutes la température s'est élevée à 19°,5, celle de l'air ambiant étant à 16 degrés. On a ajouté ensuite 80 grammes d'eau à 16 degrés et l'on a constaté une élévation de température très-sensible, le thermomètre s'étant élevé à 32 degrés. On a ajouté ensuite 50 grammes d'eau et l'on a fait passer le chlore pendant 6 heures à —10 degrés, puis pendant deux jours au bain-marie.

» On a recueilli dans le récipient 40 grammes de l'hydrate visqueux qui a été mentionné plus haut, et d'où l'on a retiré, par distillation avec l'acide sulfurique, un mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral, comme dans l'expérience précédemment décrite. Le liquide acide (1) dans lequel on avait fait passer le chlore renfermait, en dissolution, une portion des produits chlorés formés dans la réaction. Aucun produit résineux ne s'y était déposé.

» Les conditions dans lesquelles le chloral et l'aldéhyde dichlorée se sont formés dans l'expérience qui vient d'être décrite, sont, à peu de chose

---

(1) La réaction terminée, ce liquide a été distillé, et le premier quart du liquide qui avait passé a été mélangé avec 2 fois son volume d'acide sulfurique. Ce mélange ayant été distillé, on a recueilli d'abord un liquide riche en aldéhyde dichlorée et en chloral, puis il a passé entre 110 et 150 degrés un liquide acide qui s'est rempli de cristaux du jour au lendemain. Ces cristaux étaient solubles dans l'eau bouillante, d'où ils se sont déposés par le refroidissement en belles lames allongées. Ce corps fond à 80 degrés. Son point d'ébullition est élevé. Sa composition paraît répondre à la formule $C^4 H^6 Cl^4 O^2 = (C^4 H^4 Cl^4 O, H^2 O?)$.

près, celles où s'est placé récemment M. Pinner (1). Seulement ce chimiste attribuant à la polymérisation de l'aldéhyde l'insuccès des expériences relatives à la formation du chloral par l'action directe du chlore sur l'aldéhyde pure, a voulu empêcher cette polymérisation, en saturant par le marbre l'acide chlorhydrique au fur et à mesure qu'il se forme dans la réaction. Les expériences précédemment décrites démontrent que la présence de l'acide chlorhydrique n'empêche pas la formation de l'aldéhyde dichlorée et du chloral, et qu'on serait plutôt tenté de lui attribuer une influence favorable. Au surplus, l'expédient imaginé par M. Pinner, s'il s'oppose à la présence d'une quantité notable d'acide chlorhydrique, n'exclut pas cet acide de la liqueur. Celle-ci reste acide dans tout le cours de la réaction, et il faut qu'elle le soit pour qu'elle puisse attaquer le marbre. Or, d'après les expériences de M. Kekulé, il suffit d'une trace d'acide chlorhydrique pour provoquer la formation de la paraldéhyde. De fait, en interrompant une expérience faite d'après les indications de M. Pinner, au moment où le chlore passait dans le liquide refroidi à — 10 degrés, nous avons pu constater à la surface de la solution aqueuse des cristaux de paraldéhyde, qui ont fondu dès que le liquide a repris la température ordinaire.

» Ajoutons qu'en répétant l'expérience décrite par M. Pinner, nous avons observé la formation de l'hydrate visqueux qui a été mentionné dans cette Note, et qui s'est rassemblé dans le récipient qu'on avait eu soin de disposer à la suite du ballon renfermant l'aldéhyde, l'eau et le marbre. Dans une de nos expériences, une partie de cet hydrate s'était séparée dans le ballon même de la solution de chlorure de calcium qui s'est prise, après le refroidissement, en une masse de cristaux. L'hydrate a pu être séparé, par décantation, de ces derniers. Distillé avec de l'acide sulfurique, cet hydrate a donné un mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral dont on trouve l'analyse ci-dessus. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur la Note présentée par* M. le Maréchal Vaillant, *au sujet des aurores boréales.* Note de **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« M. le Maréchal Vaillant a présenté lundi dernier à l'Académie un travail dans lequel il me fait l'honneur de discuter des opinions qu'il m'attribue et qui sont les suivantes :

(1) *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin,* t. IV, p. 256.

» J'aurais été amené à établir un rapprochement entre les orages terrestres et les orages magnétiques, par la circonstance que l'aurore du 4 février a été vue simultanément de points très-éloignés les uns des autres.

» J'excipe à l'appui de mon opinion des orages nombreux qui ont eu lieu à Biarritz et à Bayonne.

» Enfin, d'après moi, les retours de ces phénomènes électriques se feraient à des intervalles réglés de deux ans en deux ans.

» N'ayant nulle part exprimé ces opinions, je ne me crois pas obligé de les défendre.

» Les deux seuls points sur lesquels porte la critique de notre confrère, sont les suivants :

» 1° J'ai admis *implicitement*, mais sans en tirer aucune conséquence pour le but que je me proposais, un rapprochement entre deux phénomènes électriques, savoir : les orages terrestres et les orages magnétiques ou aurores boréales. Mais, en cela, j'ai été précédé par un savant d'une compétence si incontestée, que je puis aisément m'abriter derrière son sentiment. Voici ce qu'a imprimé notre illustre associé étranger, M. Auguste de la Rive (*Comptes rendus*, t. XLIX, p. 424).

« Dans cette théorie, dont je résume ici les principaux traits, les vapeurs qui s'élèvent constamment des mers, et principalement des mers équatoriales, emportent avec elles dans les régions supérieures de l'atmosphère une quantité considérable d'électricité positive, à laquelle elles servent de véhicule, laissant dans la partie solide du globe l'électricité négative. Chassées vers les pôles boréal et austral par les vents alizés qui règnent constamment de l'équateur aux pôles dans les parties de l'atmosphère les plus éloignées de la terre, ces vapeurs y portent avec elles leur électricité positive et constituent ainsi toute l'atmosphère dans un état électrique positif, qui va en diminuant de haut en bas. Il y a une tendance constante à la neutralisation entre cette électricité positive de l'atmosphère et la négative de la terre, neutralisation qui s'opère, soit directement à travers la couche d'air elle-même, soit surtout aux deux pôles, où viennent converger et se condenser les courants de vapeurs entraînées par les vents. Le premier mode de neutralisation est plus ou moins actif, suivant le degré plus ou moins grand d'humidité de l'air, et il se manifeste souvent sous forme d'orages et par la chute de la foudre. Le second, qui est le mode normal, donne lieu aux aurores, qui ne sont, en général, visibles que dans les régions polaires. L'aurore boréale n'est donc que la décharge électrique, conséquence de ce mode de neutralisation, assez intense pour être lumineuse, et affectant une forme et un mouvement particuliers sous l'influence du pôle magnétique de la terre. »

» Dans ce système, les orages et les aurores boréales ne sont pas le même phénomène; l'un d'eux est plutôt l'équivalent de l'autre. Aussi, les orages sont-ils très-rares près des pôles, où les aurores sont presque habituelles,

et au contraire, presque continuels dans les régions équatoriales, dénuées d'aurores (1).

» Si l'on admet cette théorie, j'ajoute que les phénomènes de température, sous l'influence desquels se déterminent les mouvements atmosphériques dont il est question, sont sujets à des variations périodiques, et que la cause de ces variations doit probablement être attribuée à des variations, périodiques aussi, dans les propriétés du milieu interplanétaire que doivent traverser les rayons solaires pour atteindre la Terre.

» Je ne puis, d'ailleurs, accorder à M. le Maréchal Vaillant que les orages terrestres soient un phénomène aussi accidentel et aussi local qu'il le croit. Et, pour rendre ma pensée, je lui demanderai la permission de me servir de l'image même qu'il a employée.

» Un habitant de Naples, qui aurait peu lu et n'aurait pas du tout voyagé, pourrait croire que le Vésuve est une bouche volcanique entièrement isolée dans ses manifestations. Mais, s'il examine les Champs phlégréens, qui l'entourent, il verra déjà que le volcan napolitain est un centre au milieu d'une foule d'émanations, avec lesquelles il a des relations qu'on peut faire ressortir. Si, s'élevant plus encore dans ses études, il remarque, avec l'un de nos illustres Secrétaires perpétuels, que ce volcan se trouve sur une ligne qui, au sud, lie l'Etna et le Stromboli, et vers le nord, va passer au Saint-Élie et au Mowna-Roa des îles Sandwich, il ne pourra plus douter que le Vésuve ne soit un point singulier sur une immense courbe volcanique, avec l'état éruptif de laquelle ses manifestations sont nécessairement en rapport.

» De même, un habitant de Biarritz qui assiste à la formation des orages qui se déchaînent vers les différents points du golfe de Biscaye, peut aisément s'imaginer que tout cela est purement local; mais il changera d'idée lorsqu'il jettera les yeux sur une carte qui aura résumé les diverses contrées qui, le même jour ou à un jour d'intervalle, auront vu naître des orages. Le 13 février dernier, par exemple, un orage violent, très-rare à cette époque de l'année, se déclare à Vendôme. Ce n'est plus un fait isolé, lorsqu'on voit que, du 12 au 13, il y a un orage à Santiago, et le lendemain, 14, orage à Paris, et orages en plusieurs points placés sur les deux intervalles.

» Le second point de mes travaux sur lequel portent les critiques de M. le Maréchal Vaillant, c'est qu'en effet j'ai cherché à établir l'existence

---

(1) A Bossekop, en Laponie, du 12 septembre 1838 au 18 avril 1839, MM. Lottin, Bravais et Martins ont observé 153 aurores. (*Comptes rendus*, t. X, p. 295.)

de retours périodiques pour les phénomènes de température, et, par suite, pour les autres phénomènes atmosphériques.

» Ceci est un sujet dont je m'occupe assidûment depuis 1853, bien que je n'aie commencé mes publications qu'en 1865. Comme pour tous mes autres travaux, je suis disposé à accepter ici avec reconnaissance les critiques bienveillantes de mes confrères, et à en profiter. Mais M. le Maréchal Vaillant me permettra, j'en ai la conviction, de ne pas considérer comme une discussion suffisante de près de vingt ans d'études, en grande partie publiées, cette simple assurance exprimée par lui, sans preuves à l'appui, que « les lois de la nature ne procèdent point ainsi », et qu'il ne saurait voir dans les coïncidences que je me suis efforcé d'établir par une longue et persévérante statistique, que « le désir de chercher des rapports que rien encore ne justifie. ».

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la conservation des vins.* Note de M. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

« La question de la conservation des vins par le chauffage est devenue tellement obscure, depuis les dernières discussions relatives à ce sujet qui se sont produites devant l'Académie, qu'il me paraît indispensable de rétablir les faits en quelques mots, et de rappeler les bases scientifiques du débat.

» C'est au commencement du siècle qu'Appert applique à la conservation des vins les observations si importantes qu'il avait faites sur la conservation des autres substances alimentaires. Je n'ai pas à défendre la cause d'Appert : à la Société centrale d'Agriculture, son illustre président, M. Chevreul, a établi de la manière la plus précise ses droits à cette découverte. Mais le procédé d'Appert soulevait deux questions : 1° la conservation du vin ; 2° la conservation de sa qualité.

» Après avoir, depuis 1850, reconnu aussi que le chauffage préservait les vins de toute altération ultérieure, c'est sur la seconde question que j'ai dirigé mes recherches. Elles ont eu pour but d'apprécier, d'une part, la nature des vins qui devaient être utilement soumis au chauffage, et de l'autre les changements que le procédé opère dans leur constitution ; et j'ajoute que mes expériences ont porté principalement sur les vins fins de la Bourgogne qui constituent la grande richesse de la Côte-d'Or.

» Sans vouloir insister longuement sur des détails techniques qui seraient peut-être déplacés ici, l'Académie me permettra cependant de résumer en quelques mots mes principales observations. Elles ont porté sur les points

suivants : la nature des principes solubles qui sont contenus dans le vin ; la quantité d'alcool qu'il contient, son âge, son temps de tonneau et son temps de bouteille, sa couleur, l'année de la récolte, et enfin la température et la durée du chauffage.

» On voit donc combien est complexe et difficile le problème que j'avais à étudier; ai-je réussi à le résoudre? Je ne le prétends point, tant, pour moi, malgré mes observations les plus récentes, la question renferme encore d'inconnu; seulement je pense que mes travaux ont jeté et jetteront quelque lumière sur cet important sujet.

» 1° Lorsqu'on soumet au chauffage des vins très-jeunes et très-riches en matières solubles (ex. : vins de 1858 et de 1865), on leur donne le cachet des vins d'Espagne et de Portugal.

» 2° J'ai reconnu que, dans le chauffage, il fallait prendre en très-grande considération la quantité d'alcool contenue dans les vins, et que leur vinosité permettait d'abaisser le degré de chaleur nécessaire à cette conservation. C'est ainsi que, dans les bonnes années, les grands vins de la Côte-d'Or, dont la richesse alcoolique (d'après les essais que je suis régulièrement depuis 1834) peut s'élever à 14 degrés centésimaux, n'exigent qu'une température de 50 degrés pour être préservés de toute altération ultérieure, tandis qu'un vin moins riche en alcool demandera au chauffage une température plus élevée.

» 3° L'âge d'un vin exerce, d'après mes observations, la plus grande influence sur les caractères qu'il conserve après le chauffage. Tout vin vieux soumis au chauffage devient sec, maigre au goût, enfin il *vieillarde* et laisse dans l'opération une grande partie de ses qualités et presque toute sa valeur vénale. Ce sont là les vins dont, en 1850, je ne conseillais pas l'exportation. Si, au contraire, on applique le chauffage à un vin jeune, on le vieillit utilement et l'on peut ainsi le livrer plus tôt à la consommation. Ce principe, qui est le résultat de ma longue expérience, résume, selon moi, tout ce que le chauffage des vins présente de plus important.

» 4° Dans le chauffage des vins, il faut également tenir compte du temps de tonneau et du temps de bouteille. Ainsi, en prenant du vin à un même tonneau, à quatre époques distantes l'une de l'autre d'une année, en l'introduisant dans des bouteilles que l'on chauffe à la même température, j'ai obtenu quatre sortes de vins qui différaient entre elles par des nuances très-sensibles.

» 5° Le chauffage donne, en général, d'excellents résultats avec les vins blancs. En l'appliquant aux vins jeunes, encore riches en principes so-

lubles, on leur conserve cette qualité si précieuse que les œnologues désignent sous le nom de *liqueur*.

» 6° La détermination du degré de chauffage auquel les différents vins devaient être chauffés a été un des points importants de mes recherches. J'ai reconnu, en effet, qu'une température exagérée, qui conserve d'autant mieux les vins qu'elle atteint un degré plus élevé, altère souvent leur qualité. Par conséquent, pour les vins fins, la question à résoudre était de fixer le minimum de température qu'il fallait leur appliquer au point de vue de la conservation. En 1850, déjà, je faisais varier la température du chauffage de 50 à 75 degrés centésimaux, et j'ai reconnu que les grands vins de la Bourgogne, riches en alcool, pouvaient conserver leurs principales qualités et acquérir une tenue remarquable par un chauffage de 50 degrés seulement. J'attache, je l'avoue, une grande importance à la fixation de ce chiffre, que j'ai indiqué le premier.

» 7° J'ai fait ressortir tous les avantages que présente, au point de vue pratique de la conservation des vins, l'emploi rapide d'une température peu élevée qui conserve mieux au liquide ses précieuses qualités. En 1864, ayant été conduit, par un heureux hasard, à étudier quelle était, sur les vins, l'influence de ces basses températures, lorsque leur action se prolongeait, j'ai reconnu le fait suivant : en chauffant au-dessous de 50 degrés, et pendant deux mois, des vins de Bourgogne riches en alcool et en matières solubles, non-seulement j'ai empêché leur altération, mais j'ai encore développé chez eux certaines qualités appréciées des consommateurs, tandis que les mêmes vins avaient souffert de leur séjour dans une mauvaise cave.

» L'étude de ce fait a encore eu pour résultat de me permettre d'être fixé davantage sur le minimum de température que demandaient au chauffage les grands vins de la Bourgogne.

» 8° Le chauffage ne réussit pas également avec toutes les récoltes; ainsi avec les vins de 1865 les résultats ont été remarquables, et ils me paraissent jusqu'à présent douteux pour les vins de 1868.

» On peut conclure des différentes propositions que je viens d'établir qu'il existe, pour ainsi dire, pour chaque vin, des conditions particulières de chauffage, qui, tout en assurant sa conservation, doivent encore ne pas compromettre sa qualité.

» On voit combien nous sommes loin du principe absolu d'Appert. Dans toutes mes expériences, je n'ai jamais employé d'autre chauffage que le chauffage en vases clos.

» Je tiens à bien faire encore remarquer que les vins chauffés m'ont con-

stamment donné des dépôts. Cette observation, que j'ai faite dès le principe et qui d'abord n'avait pas été admise, a son importance dans l'étude des ferments; nous y reviendrons plus tard.

» Enfin, je dirai en terminant ce qui est relatif au chauffage, que l'appréciation de ses effets n'est souvent possible que longtemps après l'opération.

» Je viens de résumer les principales observations que j'ai faites sur les effets que la chaleur exerce sur les vins. On me permettra de présenter également à l'Académie les faits que j'ai observés sur l'*amélioration* des vins par la congélation. Cette opération, utilement appliquée, de temps immémorial, à nos grands vins de Bourgogne, exigeait des études que j'ai entreprises, même avant de m'occuper du chauffage.

» Dans le débat qui s'est agité devant l'Académie, on a voulu, bien à tort, établir une confusion entre les effets produits sur les vins par l'emploi de ces méthodes. Les deux opérations ont des résultats absolument distincts l'un de l'autre; et quant à moi, je ne les ai jamais confondus dans mes travaux.

» Je viens de dire ce qu'est le chauffage. La congélation a toujours pour but l'*amélioration* des vins.

» Un des effets de la congélation est de concentrer les parties sapides du vin; elle est donc surtout applicable aux vins fins, peu riches en alcool.

» Mais quelles sont les conditions que demande le procédé? Telle est la question très-complexe que j'ai traitée, il y a quelques années, dans plusieurs Mémoires. J'en rappellerai, en peu de mots, les points principaux. A plusieurs reprises, ce sujet a déjà fixé l'attention de l'Académie, et mon nom a eu l'heureuse fortune de se trouver, à cette occasion, allié à ceux des Chevreul, des Boussingault, des Thenard; ces hommes éminents ont, par leurs propres travaux sur cette question, été conduits aux mêmes résultats que moi.

» Les vins légers, peu alcooliques, peu acides, doués d'une grande finesse, gagnent à la congélation qui les *améliore*, de manière à souvent doubler leur valeur; tandis qu'elle n'est pas utile avec les vins communs, ni avec ceux qui sont doués de toutes les qualités que l'on demande aux grands vins des années normales.

» Cependant, lorsqu'on applique la congélation à ces derniers vins, on obtient des produits doués d'une grande tenue et très-riches en alcool. Ces vins ont toujours admirablement réussi comme vins d'exportation. Le pro-

cédé a donc, ici, le double avantage d'améliorer les vins et de leur permettre de résister en fûts (j'insiste sur ce mot) aux plus rudes épreuves des longs voyages.

» En disant en peu de mots comment j'ai compris les effets du chauffage et de la congélation sur les vins, j'ai démontré, je l'espère, combien on a mal interprété mes travaux. Ce sera là ma seule réponse à la critique passionnée dont ils ont été l'objet.

» En résumé, l'Académie comprend aujourd'hui quel a été mon rôle dans le débat relatif à la conservation des vins et à leur amélioration.

» Me plaçant au point de vue de la consommation et de l'importation de nos grands vins de Bourgogne, j'ai pris deux méthodes qui existaient dans la science pour conserver et améliorer les vins, c'est-à-dire la congélation et le chauffage, et j'ai étudié, pendant un grand nombre d'années, la plupart du temps sur des vins que j'avais récoltés, dans quelles conditions ces deux méthodes pouvaient être utilement appliquées aux grands vins de la Côte-d'Or. Voilà quel a été, et quel est encore, comme l'Académie le voit par cette Communication, le but de mes recherches.

» Si je crois avoir donné à la pratique œnologique des renseignements utiles et qui lui manquaient de la manière la plus absolue, je n'ai aucune prétention, je le déclare, sur les questions théoriques relatives aux ferments des vins qui ont été émises par M. Pasteur, et dont je lui laisse toute la responsabilité.

» L'Académie a entendu les attaques si vives qui ont été dirigées contre moi; elle voudra bien me tenir compte de la modération que j'apporte dans cette discussion. Je l'avouerai cependant, devant les insinuations blessantes qu'on a introduites dans le débat, cette modération m'eût été impossible, si je n'avais eu la confiance qu'en rétablissant les faits j'assurais tous mes droits; et j'espère, en définitive, que, dans sa haute équité, l'Académie m'accordera la modeste part que je réclame dans l'application des méthodes relatives à la conservation des vins, qui ont fait le sujet de cette Communication. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations au sujet de la lecture de M.* de Vergnette; *par* **M. Pasteur.**

« Il y a beaucoup de choses dans la Note que vient de lire M. de Vergnette. Les assertions au sujet de la priorité de l'invention du chauffage comme moyen de conservation des vins, qui sont seules en litige, se trou-

vent noyées et comme perdues au milieu de remarques qui me paraissent empruntées exclusivement à mes propres publications concernant cette pratique. Au lieu de répondre avec simplicité à des conclusions formulées avec précision par M. Balard, M. de Vergnette accumule des explications confuses, et m'oblige de rétablir quelque clarté dans ce débat.

» M. de Vergnette prétend que déjà, en 1846 et en 1850, il a conservé des vins par le chauffage. J'affirme de nouveau et après M. Balard, qui l'a établi si clairement, qu'à ces époques, M. de Vergnette n'a introduit que des erreurs dans la question du chauffage, qu'il a rendue, en outre, profondément obscure. En 1850, le chauffage, entre 50 et 75 degrés, était pour M. de Vergnette une épreuve qu'il fallait faire subir à un échantillon de vin à exporter. Si l'échantillon résistait à cette épreuve de la chaleur, le vin était d'une santé robuste; il pouvait voyager. Dans le cas contraire, il fallait s'abstenir de l'expédier. Tout cela est erroné. Je le répète donc encore : M. de Vergnette n'a rien compris à l'action de la chaleur sur le vin en 1850.

» Il me vient à la pensée un argument : puisque M. Thenard trouve que M. de Vergnette a des droits à la priorité de l'invention du chauffage, pourquoi donc dans le Rapport qu'il a lu, en 1864, à l'Académie, sur les titres de cet œnologue à la place de Correspondant, pourquoi, dis-je, M. Thenard n'a-t-il pas dit un seul mot du travail de 1850 de M. de Vergnette concernant le chauffage des vins? C'est qu'à cette date je n'avais rien publié encore sur la question du chauffage et son importance pratique.

» Il y a un autre travail, un seul, de M. de Vergnette sur le chauffage des vins; il est de 1865, postérieur de trois semaines à la prise de date que j'ai donnée à mes études, le 11 avril 1865. Sa Note fait connaître un procédé dont je laisse à M. de Vergnette toute la responsabilité : il consiste à placer les vins de Bourgogne sous un toit, dans un grenier, pendant deux mois, en juillet et août.

» M. de Vergnette établit, dans la Note ci-dessus, une distinction entre le chauffage en vase clos et le chauffage au contact de l'air. Cette distinction m'appartient, et j'ai, le premier, insisté pour que, dans le chauffage en grand, on se rapproche le plus possible des conditions du chauffage en bouteille.

» M. de Vergnette dit encore (autant qu'on peut répondre d'avoir bien compris en écoutant une lecture, quelque attention qu'on y apporte) :

« Il faut chauffer les vins jeunes, pour les vieillir... Les vins vieux, soumis au chauffage, deviennent secs et vieillardent. »

» N'ai-je pas publié que les vins chauffés après plusieurs années de bouteilles, conservent moins bien leurs qualités délicates que si on les avait chauffés plus jeunes?

» M. de Vergnette dit encore qu'il a fait ressortir les avantages de l'emploi *rapide* d'une température peu élevée. Mais, avant qu'il connût exactement ma méthode, pourquoi donc M. de Vergnette conseillait-il d'exposer le vin à la chaleur *lente* d'un grenier *pendant deux mois?*

» M. de Vergnette, pour établir qu'il a conservé du vin en 1850 par le chauffage, vient de lire la phrase suivante de son Mémoire portant cette date :

« ....... Nous avons toujours réussi, en faisant varier la température du bain de 50 à 75 degrés centigrades, à préserver *les vins de qualité*, soumis à ces essais, de toute altération ultérieure. »

» Je le prie itérativement de lire la phrase suivante qui donne le vrai sens de celle qui précède.

» M. de Vergnette s'y refusant, je la rétablis :

« Il n'en était pas de même pour ceux qui, *d'une santé douteuse, ne présentaient point cette composition normale* sans laquelle les vins ne se conservent pas. *Dans ce cas, ils ne résistent pas à cette épreuve.* »

» J'attends la réponse de M. de Vergnette, et je regrette son silence. »

**M. le Président** rappelle à l'Académie qu'elle doit se former en Comité secret, pour entendre divers Rapports, et déclare la discussion close.

**M. le Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie, de la part de MM. Auguste de La Rive et Henry de Saussure, l'annonce de la perte tout à fait imprévue qu'elle vient d'éprouver par le décès de M. *Pictet* (*François-Jules*), l'un de ses plus éminents correspondants, enlevé, par une fièvre pernicieuse, le 15 mars, à Genève.

« M. Pictet laisse un vide immense dans l'Académie de Genève, dont il était l'âme; dans les conseils de son Canton et dans ceux de la Suisse, dont il était une des lumières.

» Il n'aura pas vu l'inauguration du bâtiment de l'Académie qui s'achève en ce moment, auquel le canton de Genève a consacré 3 millions, et qui est, pour ainsi dire, son œuvre.

» M. Pictet possédait des collections d'histoire naturelle importantes, toujours libéralement mises à la disposition des savants de tous les pays. Sa

fortune était employée à répandre la connaissance des richesses paléontologiques de la Suisse par la publication, faite à ses frais, des ouvrages accompagnés des planches nombreuses nécessaires à leur étude.

» Les vingt dernières années de sa vie avaient été consacrées, en effet, à la paléontologie, science qu'il avait dotée d'un Traité classique en quatre volumes, de nombreux Mémoires sur les fossiles de la Suisse, d'un Mémoire spécial sur les poissons fossiles du Liban, etc.

» Les premières années de sa vie scientifique avaient été plus pariticulièrement réservées à l'étude de l'entomologie, circonstance qui l'avait amené à faire un long séjour dans les galeries du Muséum, où il s'était lié d'une étroite amitié avec notre ancien confrère, M. Audouin, et où il avait préparé ses travaux sur les Éphémères et les Phryganes, qui fondèrent sa réputation.

» M. Pictet avait gardé de ce séjour le souvenir le plus profond, et il avait conservé toutes les sympathies des professeurs d'un établissement où chacun appréciait la rare étendue de son esprit, la sûreté de son savoir et son infatigable zèle pour la science de la nature. »

## NOMINATIONS.

« L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Piobert*.

Avant le vote, M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la liste de candidats qui a été présentée par la Section de Mécanique, et qui est composée comme il suit (1).

| | |
|---|---|
| *En première ligne* . . . . . . | M. **Tresca**. |
| *En deuxième ligne, par ordre alphabétique* . . . . . . . | M. **Boussinesq**.<br>M. **Bresse**.<br>M. **Haton de la Goupillière**.<br>M. **Maurice Levy**.<br>M. **Resal**.<br>M. **Rolland**. |

(1) Le nom de M. Maurice Levy avait été omis par erreur, à l'impression, dans la liste qui a été insérée au *Compte rendu* de la séance précédente.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

| | |
|---|---|
| M. Rolland obtient. . . . . . . | 39 suffrages. |
| M. Tresca . . . . . . . . . . . | 14 » |
| M. Bresse. . . . . . . . . . . | 1 » |
| M. Boussinesq . . . . . . . . . | 1 » |

**M. Rolland**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République française.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE MÉTÉORIQUE. — *Sur l'extension extraordinaire de la lumière zodiacale et sa coïncidenee avec la reprise des apparitions d'aurores polaires.* Note de **M. H. Tarry**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel.)

« Les aurores polaires se succèdent depuis quelque temps avec une fréquence et une intensité des plus remarquables. Nous assistons évidemment a une des grandes reprises de ces apparitions qui, selon de Mairan, se reproduisent tous les soixante ou quatre-vingts ans, durent pendant plusieurs années et ensuite disparaissent à peu près complétement, comme la pluie d'étoiles filantes qu'on observe tous les trente-trois ans dans la nuit du 13 au 14 novembre avec une splendeur extraordinaire, qui va en s'affaiblissant pendant les cinq ou six années suivantes, puis cesse jusqu'à ce que la comète dont elle forme la queue soit revenue au même point du ciel.

» Sans insister plus longuement sur ce rapprochement qui serait une preuve de plus, s'il en était besoin, à l'appui des diverses hypothèses s'accordant à assigner aux aurores une origine cosmique, nous nous bornerons à constater ce fait extrêmement significatif, qu'il en est absolument de même pour la lumière zodiacale, et que, de plus, la reprise des apparitions de cette lumière coïncide avec celle des aurores. L'attention de l'Académie a déjà été appelée sur cette coïncidence remarquable à l'occasion des belles aurores des 4 et 28 février (1). Les observations du commencement de mars ne sont pas moins concordantes (2).

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, t. LXXIV, p. 515, 740.

(2) *Voir* les observations consignées dans la Note du *P. Denza*, p. 000.

» Dominique Cassini qui a découvert la lumière zodiacale (1), ou du moins qui crut l'avoir découverte, parce que plus d'une génération s'étant écoulée depuis la dernière reprise de ce phénomène, on en avait complétement perdu le souvenir, avait déjà exprimé, il y a près de deux siècles, l'opinion que « cette lumière peut venir du même écoulement que les taches » et les facules du Soleil. »

» Quant à de Mairan, le célèbre Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, auteur du traité le plus considérable et le plus consciencieux qui existe sur l'aurore boréale, il n'hésite pas à dire que « la véritable cause de » l'aurore boréale est la lumière zodiacale. »

» Son chapitre VIII est intitulé : *De la correspondance des reprises de l'aurore boréale avec les apparitions de la lumière zodiacale ou avec les accroissements de l'atmosphère solaire;* et en terminant son ouvrage, après avoir rappelé le sentiment de Cassini, il l'appuie des remarques suivantes, que nous reproduisons textuellement (2) :

« Ce qui paraît favoriser cette idée, c'est que depuis cinq à six ans que les aurores boréales, suite ordinaire, selon notre hypothèse, des grandes extensions de l'atmosphère solaire, sont devenuës si fréquentes, les taches du Soleil l'ont été aussi beaucoup. On sçait encore qu'au commencement du dernier siècle, après l'invention des lunettes, on ne voyoit presque jamais le Soleil sans taches, et il en avoit quelquefois des amas si considérables que le P. Scheiner dit y en avoir compté une fois jusqu'à cinquante.

» Elles devinrent ensuite plus rares, de sorte que depuis le milieu du siècle jusqu'en 1670, c'est-à-dire dans l'espace d'une vingtaine d'années, on n'en peut trouver qu'une ou deux, et qui parurent même fort peu de temps. Or, comme nous l'avons vu, il y eut un grand nombre d'aurores boréales au commencement du XVI^e siècle et jusques au delà de 1621, après quoi l'on n'en entend plus parler jusqu'en 1686, époque de la 20^e *reprise* (3).

» On voit donc que, si l'on renonçait à l'hypothèse de l'*origine atmosphérique* ou *terrestre* des aurores polaires, on ne ferait que revenir aux idées des Cassini et des Mairan, c'est-à-dire, au point de départ. C'est ce qui est arrivé déjà pour les étoiles filantes.

**M. Tarry** adresse une seconde Note concernant la « périodicité du phénomène atmosphérique des pluies de sable observées au sud de l'Europe. »

---

(1) Le grand Mémoire qu'il a publié à ce sujet est intitulé : *Découverte de la lumière céleste qui paraît dans le zodiaque*, et le premier chapitre a pour titre : *Rare et singulier phénomène d'une lumière céleste qui a paru au commencement du printemps de cette année* 1683. *Voir* les chapitres XXI et XXII et la conclusion.

(2) De Mairan, *Traité physique et historique de l'aurore boréale*, p. 250. Paris, 1731.

(3) De Mairan place vers l'an 400 de notre ère la première *reprise* des aurores boréales.

L'auteur s'attache à démontrer que les trois pluies de sable des 26 décembre 1870, 27 juin 1871 et 10 mars 1872 s'expliquent par les cyclones qui, après avoir traversé notre continent du nord-ouest au sud-est, éprouvent, vers les régions tropicales, un mouvement de recul : les conditions de ces phénomènes sont assez connues aujourd'hui pour qu'on en puisse prédire l'arrivée plusieurs jours à l'avance. M. Tarry apporte, à l'appui de cette opinion, l'avertissement qui a été donné par lui, dès le 28 février 1872, à divers Observatoires du sud de l'Europe, d'une pluie de sable qui devait survenir dans les premiers jours de mars; des dépêches adressées par les Observatoires de Rome et de Palerme, et par l'Observatoire de Moncalieri lui annoncent que le phénomène s'est produit en effet le 10 et le 11 mars.

(Commissaires : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel.)

**M. E. de Bouÿn** adresse une nouvelle Note relative à des locomobiles à rails mobiles.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

**M. Peffan** adresse une Note relative à un système d'aérostats dirigeables.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

**M. le Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. *Barth*, président de l'Académie de Médecine, au nom du Comité d'organisation de l'Association française contre l'abus des boissons alcooliques.

« En présence des effets désastreux qui résultent de l'usage excessif de l'alcool, et qui se traduisent non-seulement par une progression alarmante du chiffre des morts accidentelles, des suicides et des crimes dus à l'ivresse, mais encore par le nombre considérable de maladies qu'engendre l'abus des liqueurs alcooliques, par le caractère de gravité que l'alcoolisme imprime aux affections chirurgicales et par la multiplication croissante des cas de folies qui en sont la conséquence, un certain nombre de médecins, mus par le désir d'enrayer le mal, se sont réunis pour fonder une *Association contre l'abus des boissons alcooliques*.

» Le succès de cette œuvre dépend de la coopération de tous les hommes de bien ayant à cœur le salut du pays. L'assentiment de l'Académie des Sciences serait un puissant encouragement pour le Comité d'organisation, dont j'ai l'honneur d'être le Président, et c'est en son

nom que je viens solliciter l'appui moral de l'Académie et le concours personnel de ses Membres. »

Cette Lettre est renvoyée à une Commission composée de MM. Dupin, Dumas, Bienaymé, H. Sainte-Claire Deville.

M. **Piorry** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Stan. Laugier*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur un Mémoire de Legendre.* Note de **M. Ed. Combescure**, présentée par M. Serret.

« Legendre termine comme il suit le § III de son important Mémoire *sur l'intégration de quelques équations aux différences partielles* (Académie des Sciences, 1787) : « La théorie des équations linéaires étant la plus importante dans le calcul intégral aux différences partielles, je saisirai cette occasion de présenter quelques résultats généraux sur ce genre d'équations. Ils sont le fruit d'un calcul assez pénible, mais dont je crois devoir supprimer les détails à cause de leur longueur. »

» Je me propose de rétablir assez simplement les détails supprimés et d'introduire en même temps quelques remarques, que je crois nouvelles, et qui paraissent avoir échappé à l'illustre auteur.

» 1. Soit

$$(a)\qquad A\frac{d^mV}{dx^m}+B\frac{d^mV}{dx^{m-1}dy}+\cdots+L\frac{d^mV}{dz^m}$$

l'ensemble des termes de l'ordre le plus élevé d'une équation linéaire que je suppose à trois variables indépendantes, pour fixer les idées. Soit, en même temps,

$$F(X, Y, Z)=AX^m+BX^{m-1}Y+\ldots+LZ^m,$$

de sorte que $(a)$ se déduise de F en posant

$$X=\frac{dV}{dx},\quad Y=\frac{dV}{dy},\quad Z=\frac{dV}{dz},$$

à la condition de changer ensuite les exposants en indices de différentiation. Si l'on substitue à $x$, $y$, $z$ trois nouvelles variables indépendantes $x'$, $y'$, $z'$ et que l'on pose

$$\frac{dx'}{dx}=\alpha,\ \frac{dx'}{dy}=\beta,\ \frac{dx'}{dz}=\gamma;\ \frac{dy'}{dx}=\alpha',\ \frac{dy'}{dy}=\beta',\ \frac{dy'}{dz}=\gamma';\ \frac{dz'}{dx}=\alpha'',\ \frac{dz'}{dy}=\beta'',\ \frac{dz'}{dz}=\gamma'',$$

on aura, pour le changement des variables indépendantes,

$$X = \alpha X' + \alpha' Y' + \alpha'' Z'', \quad Y = \beta X' + \beta' Y' + \beta'' Z'', \quad Z = \gamma X' + \gamma' Y' + \gamma'' Z'',$$

en prenant

$$X' = \frac{dV}{dx'}, \quad Y' = \frac{dV}{dy'}, \quad Z' = \frac{dV}{dz'}.$$

D'après cela, et en faisant

$$F(\alpha X' + \alpha' Y' + \alpha'' Z', \beta X' + \beta' Y' + \beta'' Z', \gamma X' + \gamma' Y' + \gamma'' Z') = F'(X', Y', Z'),$$

il est facile de voir qu'on obtiendra l'ensemble des termes de l'ordre le plus élevé, dans l'équation aux différences transformée, en remettant pour $X'$, $Y'$, $Z'$, dans $F'$, les quantités $\frac{dV}{dx'}$, $\frac{dV}{dy'}$, $\frac{dV}{dz'}$, et changeant ensuite les exposants en indices de différentiation. Dans le cas où $F$ est le produit de deux facteurs rationnels, il en sera de même pour $F'$, et réciproquement.

» 2. Lorsqu'on se propose, avec Legendre, de satisfaire à une équation linéaire [que je désignerai simplement par son groupe $(a)$] au moyen d'une expression qui renferme linéairement une fonction arbitraire et ses dérivées partielles jusqu'à un ordre déterminé, cette fonction portant d'ailleurs sur d'autres fonctions déterminées dont le nombre est inférieur d'une unité à celui des variables indépendantes, on peut, quelles que soient ces fonctions déterminées, les prendre pour deux des nouvelles variables $y'$ et $z'$, et leur adjoindre une troisième variable indépendante $x'$, choisie comme on l'entendra. Or il est très-aisé de voir que l'équation aux différences transformée ne peut être satisfaite par une expression de la forme supposée qu'autant que, dans l'ordre le plus élevé, les coefficients des dérivées dans lesquelles ne figure pas $dx'$ sont identiquement nuls. Mais alors $F'$ est le produit du facteur $X'$ et d'un autre de degré $m - 1$. Par conséquent, $F$ est le produit d'un facteur linéaire et d'un autre de degré $m - 1$.

» Si l'on s'imposait la condition de l'existence simultanée de deux intégrales de l'espèce indiquée et contenant, chacune, une fonction arbitraire, $F$ devrait renfermer deux facteurs linéaires, et ainsi de suite.

» 3. Considérons spécialement les équations du second ordre

$$A\frac{d^2V}{dx^2} + A'\frac{d^2V}{dy^2} + A''\frac{d^2V}{dz^2} + 2B\frac{d^2V}{dy\,dz} + 2B'\frac{d^2V}{dx\,dz} + 2B''\frac{d^2V}{dx\,dy}$$
$$+ C\frac{dV}{dx} + C'\frac{dV}{dy} + C''\frac{dV}{dz} + HV = 0,$$

de sorte que

$$F(X, Y, Z) = AX^2 + A'Y^2 + A''Z^2 + 2BYZ + 2B'XZ + 2B''XY.$$

En faisant abstraction, pour un moment, de la question d'intégration, on peut, en s'appuyant sur ce qui a été dit au n° 1, la réduire à une forme beaucoup plus simple, dans le cas où

$$F(X, Y, Z) = mX + nY + pZ)(MX + NY + PZ).$$

On a, en effet,

$$F'(X', Y', Z') = (m'X' + n'Y' + p'Z')(M'X' + N'Y' + P'Z'),$$

en posant

$$m' = m\alpha + n\beta + p\gamma, \quad n' = m\alpha' + n\beta' + p\gamma', \quad p' = m\alpha'' + n\beta'' + p\gamma'',$$
$$M' = M\alpha + N\beta + P\gamma, \quad N' = M\alpha' + N\beta' + P\gamma', \quad P' = M\alpha'' + N\beta'' + P\gamma'';$$

et si l'on prend, pour $y'$, $z'$, deux intégrales indépendantes de l'équation

$$(u) \qquad m\frac{du}{dx} + n\frac{du}{dy} + p\frac{du}{dz} = 0,$$

et, pour $x'$, une intégrale de l'équation

$$(\text{U}) \qquad M\frac{dV}{dx} + N\frac{dV}{dy} + P\frac{dV}{dz} = 0,$$

$n'$, $p'$, M' seront nuls, de façon que

$$F'(X', Y', Z') = m'X'(N'Y' + P'Z'),$$

et, par conséquent, l'équation linéaire transformée sera

$$(\text{I}) \qquad m'N'\frac{d^2V}{dx'\,dy'} + m'P'\frac{d^2V}{dx'\,dz'} + G\frac{dV}{dx'} + G'\frac{dV}{dy'} + G''\frac{dV}{dz'} + HV = 0,$$

équation où l'on peut encore faire disparaître une des dérivées premières au moyen d'une substitution de la forme $V = \lambda W$.

» Lorsque F' est un carré parfait, on ne peut plus prendre pour $x'$ une solution de l'équation (U), laquelle coïncide avec $(u)$. En supposant toujours que $y'$, $z'$ sont deux solutions distinctes de cette dernière équation, $n'$ et $p'$ seront nuls; mais l'annulation de ces quantités entraîne actuellement celle de N', P', en sorte que F' se réduit à $m'^2X'^2$, et par suite l'équation linéaire transformée est

$$(\text{II}) \qquad m'^2\frac{d^2V}{dx'^2} + G\frac{dV}{dx'} + G'\frac{dV}{dy'} + G''\frac{dV}{dz'} + Ku = 0,$$

où l'on peut encore faire disparaître, comme ci-dessus, la dérivée du premier ordre $\frac{dV}{dx'}$.

» Quand F n'est pas décomposable en deux facteurs linéaires, on peut, par le changement des variables, faire disparaître, par exemple, toutes les dérivées qui correspondent aux carrés $X'^2$, $Y'^2$, $Z'^2$.

» Il est superflu d'insister sur l'extension immédiate au cas d'un nombre quelconque de variables indépendantes.

» 4. Pour revenir à la question de Legendre et comprendre dans une même forme les types (I) et (II), je supposerai qu'on n'a pas pris pour $x'$ une solution particulière de (U), $y'$ et $z'$ étant toujours des solutions indépendantes de $(u)$. Alors, en supprimant les accents et adoptant les notations de Legendre, sauf qu'il faudra supposer nuls les coefficients qu'il désigne par $e, f, g$, on aura à considérer l'équation

$$\frac{d^2V}{dx^2} + a\frac{d^2V}{dx\,dy} + b\frac{d^2V}{dx\,dz} + h\frac{dV}{dx} + i\frac{dV}{dy} + k\frac{dV}{dz} + lV = 0.$$

En ayant égard aux conditions (B''), (C'') de l'auteur, on reconnaît tout de suite qu'elles reviennent à supposer

$$b = af(y, z), \quad i = ra, \quad k = raf(y, z),$$

$r$ étant quelconque. Mais l'équation proposée peut alors s'écrire

$$\frac{d^2V}{dx^2} + a\frac{d}{dx}\left(\frac{dV}{dy} + f\frac{dV}{dz}\right) + h\frac{dV}{dx} + ra\left(\frac{dV}{dy} + f\frac{dV}{dz}\right) + lu = 0;$$

et, en déterminant, par les équations

$$\frac{d\theta}{dy} + f\frac{d\theta}{dz} = 0, \quad \frac{dt}{dy} + f\frac{dt}{dz} = 1,$$

deux variables indépendantes $\theta$ et $t$ que l'on substituera à $y$ et $z$, l'équation deviendra

$$\frac{d^2V}{dx^2} + a\frac{d^2V}{dx\,dt} + k\frac{dV}{dx} + ra\frac{dV}{dt} + lV = 0,$$

et pourra être traitée comme à deux variables indépendantes. Cette circonstance explique la *permanence* de forme de l'équation (C'') quand on passe aux transformées ultérieures, et montre en même temps l'avantage des réductions préliminaires, d'autant plus que les intégrations aux différences ordinaires prescrites par Laplace, dans le cas de deux variables indépen-

dantes, et que Legendre cherche à éviter, sont reportées à la détermination des formes particulières qui doivent figurer sous les signes arbitraires.

» Je terminerai cet aperçu en faisant observer que l'équation du § VII et surtout celle du § VIII sont susceptibles d'être généralisées à différents points de vue, sans échapper à un mode correspondant d'intégration. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence du froid de l'hiver sur les graines végétales.* Note de **M. Duclaux.**

« J'ai fait voir, dans une Communication précédente, que le froid de l'hiver est la condition nécessaire et suffisante de l'éclosion régulière de la graine de vers à soie. Je me suis proposé depuis de rechercher quelle pouvait être l'influence du froid de l'hiver sur les graines végétales.

» Il en est, on le sait, qui, mûres de bonne heure, tombent sur le sol, s'y enterrent, traversent sans germer les derniers mois de chaleur de l'année, et attendent le printemps suivant pour se réveiller. Telles sont, par exemple, les graines de Belle-de-Nuit (*Mirabilis jalapa*) et de Volubilis (*Ipomœa purpurea*).

» C'est sur ces graines que j'ai opéré tout d'abord, à cause de la ressemblance entre leur évolution et celle de l'œuf du ver à soie. Pour cela, j'en ai recueilli aussitôt qu'elles ont été mûres et avant qu'elles eussent éprouvé l'action des nuits froides, et j'en ai fait trois lots. L'un a été conservé dans une chambre constamment chauffée à une température voisine de 15 degrés. Les deux autres ont été exposés, l'un pendant un mois, l'autre pendant deux, dans une glacière, à une température voisine de 3 degrés. Puis, le 10 novembre, on a semé, dans les mêmes conditions, des graines de chacun de ces lots, dans des pots qui ont été depuis conservés côte à côte dans une chambre chauffée. La germination a commencé le 25 janvier, et, depuis le 15 février, tout paraît stationnaire. Or, voici quel est le résultat obtenu :

*Belle-de-Nuit* (6 graines dans chaque pot).

| | | |
|---|---|---|
| Graines refroidies pendant | 2 mois... | 5 graines ont germé. |
| » | 1 mois... | 3 » |
| Graines non refroidies | ............ | 0 » |

*Volubilis* (12 graines dans chaque pot).

| | | |
|---|---|---|
| Graines refroidies pendant | 2 mois... | 0 graines ont germé. |
| » | 1 mois... | 2 » |
| Graines non refroidies | ............ | 0 » |

» Il y a donc une véritable influence du froid de l'hiver sur la germination de ces graines, et cette influence est suffisante dans certains cas, absolument comme pour les œufs de vers à soie. Mais est-elle également nécessaire? Le mode de conservation le plus usuel des graines semble protester contre cette idée. Les graines conservées tout l'hiver dans une chambre chauffée n'en éclosent pas moins à leur heure, quand elles sont semées en temps opportun, et tout se passe comme si elles avaient surtout besoin pour cela d'une variation de température, cette variation pouvant du reste se produire indifféremment de zéro aux températures ordinaires, ou de celles-ci à la chaleur habituelle des journées de printemps.

» Mais, même dans ces conditions, les graines germent plus ou moins bien. Quelle peut être l'influence du froid sur leur germination plus ou moins complète? C'est ce que je me propose de rechercher.

» Enfin, s'il est des graines qui, comme la graine annuelle de vers à soie, ont besoin de passer l'hiver pour s'ouvrir, il en est aussi qui, comme la graine bivoltine ou polyvoltine, peuvent germer aussitôt mûres, et pourvu qu'on leur fournisse les conditions favorables. La grande majorité des semences est même dans ce cas, mais il suffit qu'on ait trouvé une influence du froid de l'hiver sur quelques-unes pour qu'on soit autorisé à croire que les autres n'y échappent pas complétement. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption des vapeurs de soufre, d'acide sélénieux et d'acide hypochloreux.* Note de **M. D. Gernez**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» J'ai indiqué, dans une Communication récente, que, les spectres d'absorption connus des vapeurs colorées étant formés particulièrement de systèmes de raies très-fines, il y avait avantage, pour les mettre en évidence, à se servir d'un appareil à plusieurs prismes, tandis que l'usage d'un spectroscope à un seul prisme se prêtait mieux à l'observation du spectre d'absorption des liquides. Cette remarque m'avait conduit à reconnaître l'existence du spectre d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. En continuant cette étude, j'ai trouvé que les vapeurs colorées absorbent généralement, sous une épaisseur convenable, des rayons de réfrangibilités irrégulièrement variables, de sorte que cette propriété remarquable, considérée jusqu'ici comme appartenant seulement à un petit nombre de corps, se retrouverait dans toutes les vapeurs plus ou moins colorées. Je me contenterai d'indiquer aujourd'hui le résultat de mes expé-

riences sur les vapeurs de soufre, d'acide sélénieux et d'acide hypochloreux; elles ont été faites avec la lumière de Drummond, dont l'intensité facilite singulièrement l'étude de ces phénomènes.

» Pour observer le spectre d'absorption du soufre, on peut se servir d'un tube de porcelaine ou de grès de 50 centimètres de longueur, terminé à ses deux extrémités par des glaces parallèles, et suivant l'axe duquel on fait passer un rayon lumineux que l'on reçoit à sa sortie du tube sur la fente d'un spectroscope à deux prismes. On amène graduellement le soufre qu'il contient à la température d'ébullition au moyen d'une rampe de becs de gaz. Sitôt que des vapeurs apparaissent dans le tube, elles produisent sur le spectre une extinction graduelle, qui part du violet pour s'étendre jusque dans le rouge. Tant que dure cette période de l'expérience, on ne distingue aucun indice de raies dans les régions du spectre qui disparaissent ou dans celles qui persistent. Ces dernières se réduisent promptement à la région rouge qui s'étend un peu au delà de la raie *c* du spectre solaire, même lorsque le tube n'a que 25 centimètres de longueur. Mais si l'on continue à élever la température de la vapeur, elle se dilate énormément, suivant la loi mise en évidence par les expériences de MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, et bientôt elle laisse passer d'autres rayons que les rayons rouges. En même temps qu'on voit reparaître le jaune, le vert, le bleu et le violet, on aperçoit très-nettement des faisceaux de raies qui sillonnent la région violette et bleue et s'étendent jusque dans le vert. L'éclat du phénomène augmente alors avec la longueur de la colonne de vapeur.

» Le spectre d'absorption de la vapeur d'acide sélénieux est d'une observation plus facile avec la même disposition que pour le soufre : on voit apparaître, au moment de la vaporisation de la substance, un système de raies d'absorption très-nettes, particulièrement dans le violet et le bleu; il ne s'en trouve pas dans la région du spectre la moins réfrangible.

» L'étude de l'acide hypochloreux m'a conduit à un résultat intéressant : le spectre d'absorption de ce gaz est identique avec celui des acides hypochlorique et chloreux. Seulement, tandis qu'il suffit d'une épaisseur de quelques centimètres pour observer le spectre d'absorption de ces deux vapeurs, il est nécessaire d'employer une colonne d'acide hypochloreux beaucoup plus longue pour que le phénomène soit nettement visible. Avec un tube d'un mètre de longueur il présente déjà une intensité satisfaisante; mais, comme il suffirait d'une petite quantité des acides chloreux et hypochlorique pour produire le même effet, je me suis attaché à éviter la formation accidentelle de ces corps. A cet effet, je me suis servi, pour préparer l'acide

hypochloreux, de chlore lavé, puis soigneusement desséché, et enfin chauffé au rouge, et je l'ai fait agir sur de l'oxyde de mercure sec.

» Du reste, la dissolution de cette substance dans l'eau donne un spectre d'absorption où l'on retrouve les raies les plus saillantes du spectre du gaz, de même que les dissolutions des acides chloreux et hypochlorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isomères de la trichlorhydrine; reproduction de la glycérine.* Note de **MM. C. Friedel** et **R.-D. Silva**, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons montré, dans deux Communications précédentes, que l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle engendre en même temps deux isomères : le chlorure de propylène et le méthylchloracétol. L'un des problèmes que nous nous étions posés est celui de la reproduction de la glycérine, au moyen d'un composé pouvant être dérivé d'un produit n'ayant pas la glycérine elle-même pour origine.

» On sait que, dès 1857, M. Wurtz a réussi à régénérer la glycérine à l'aide du tribromure d'allyle, dérivé lui-même de l'iodure d'allyle, corps que l'on ne sait encore préparer qu'avec la glycérine. Depuis lors, beaucoup de tentatives ont été faites pour produire la glycérine de toutes pièces. M. Linnemann a même annoncé qu'il était arrivé, sinon à reproduire la glycérine, au moins à obtenir la trichlorhydrine; ce dernier composé se formerait dans l'action du chlore sur l'iodure d'isopropyle.

» M. Berthelot, ayant répété l'expérience de M. Linnemann, a trouvé que, par l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle, il se forme bien un chlorure $C^3H^5Cl^3$ bouillant entre 156 et 160 degrés, comme la trichlorhydrine; mais ce corps, traité à 170 degrés par l'eau, n'a pas fourni de glycérine, tandis que, d'après les expériences récentes de M. Berthelot, la trichlorhydrine, dans ces conditions, régénère la glycérine.

» Nos premières expériences nous ayant fait voir que l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle n'est pas simple, mais qu'elle donne naissance tout d'abord à deux dérivés $C^3H^5Cl^3$ isomériques, nous avons pensé que le liquide étudié par M. Berthelot pouvait être un mélange de trichlorures isomériques renfermant peut-être de très-petites quantités de trichlorhydrine. Comme nous avions trouvé en même temps un moyen de changer la nature du produit obtenu, en faisant varier l'agent de chloruration employé, nous n'avons pas désespéré d'obtenir la trichlorhydrine à l'état de pureté. Les deux isomères que fournit la chloruration par le chlore au so-

leil du chlorure d'isopropyle ont une constitution bien connue et vérifiée déjà par nombre de réactions; le chlorure de propylène, qui peut se dériver du propylglycol, lequel lui-même donne par oxydation l'acide lactique, a une constitution exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CH^2Cl$. Le méthylchloracétol, dérivé de l'acétone $CH^3.CO.CH^3$ par substitution de 2Cl à O, est $CH^3.CCl^2.CH^3$.

» Si l'on compare les deux formules précédentes avec celle de la trichlorhydrine qui, fournissant la glycérine, doit être $CH^2Cl.CHCl.CH^2Cl$, on reconnaît que le deuxième isomère ne pourrait fournir de trichlorhydrine, à moins d'une transposition moléculaire, tandis que le passage du premier à la trichlorhydrine doit être possible par une action régulière.

» On aperçoit de plus une autre conséquence de la formule assignée au méthylchloracétol; quel que soit le mode de chloruration employé, il ne doit fournir, à cause de sa symétrie, qu'un seul chlorure $C^3H^5Cl^3$. Nous avons vérifié d'abord ces deux conséquences, en traitant le méthylchloracétol par le chlore au soleil et par le chlorure d'iode.

» *Méthylchloracétol.* — La réaction du chlore au soleil, exécutée sur une quantité assez considérable de méthylchloracétol, n'a fourni qu'un seul trichlorure. Le composé bout à la température de 123 degrés. Sa densité est de 1,350 à zéro, et de 1,318 à 25 degrés. Traité par l'eau, suivant la méthode de M. Berthelot, il s'est dissous plus facilement que la chlorhydrine, et n'a laissé qu'une petite quantité d'un résidu noir liquide. L'eau ne renfermait pas de glycérine, mais un produit non volatil, se résinifiant par l'évaporation à chaud, réduisant l'azotate d'argent ammoniacal, et se présentant, après évaporation dans le vide sec, comme une masse jaune amorphe, brûlant avec une odeur de caramel. Une analyse de ce produit lui assigne une composition qui le rapprocherait d'un polymère de l'aldéhyde $CH^3.CO.CH^2O$, correspondant à l'acide pyruvique; en l'oxydant par l'acide azotique, on a obtenu une matière ayant une odeur qui rappelait celle de l'acide pyruvique. Des expériences ultérieures sont nécessaires pour fixer la composition et la nature de ce produit.

» Le résidu liquide noir ayant été distillé a fourni un produit passant d'abord entre 80 et 100 degrés. Par plusieurs distillations fractionnées, on est parvenu à le résoudre en deux liquides, dont l'un passait de 79 à 85 degrés, et l'autre de 91 à 97 degrés. Tous deux avaient une composition répondant à la formule $C^3H^4Cl^2$. Le dernier se confond avec le chlorure, qui s'obtient par l'action du chlore à l'ombre, sur le propylène chloré. Il forme, avec le brome, un bromure $C^3H^4Cl^2Br^2$, bouillant à 205 degrés et

très-stable. L'autre chlorure absorbe le brome beaucoup moins avidement, et le bromure qu'il fournit bout, en se décomposant partiellement, vers 190 degrés, autant qu'il a été possible d'en juger avec le peu de produit que nous avions à notre disposition.

» Rendus ainsi attentifs à l'existence de deux propylènes dichlorés, nous avons cherché si le produit plus volatil ne se formerait pas en petite quantité à côté de l'autre, dans l'action du chlore, sur le propylène chloré. Nous avons soumis à la distillation fractionnée une assez grande quantité de produits provenant de cette réaction, et nous avons, en effet, réussi à séparer une petite quantité d'un corps bouillant entre 80 et 90 degrés. Nous sommes parvenus à l'amener à un plus grand état de pureté, en traitant le liquide par une quantité de brome insuffisante pour le saturer. Le brome se combine avec dégagement de chaleur, surtout une fois la réaction commencée, et à côté du produit bromé, bouillant vers 200 degrés, qui avait pris naissance, il restait une certaine portion d'un propylène bichloré, bouillant maintenant au-dessous de 80 degrés. Il commençait à distiller à 72 degrés, et la plus grande partie passait à 75 degrés. Sa composition répondait d'ailleurs à la formule $C^3H^4Cl^2$.

» Nous ne pouvons pas encore établir les formules de constitution de ces deux chlorures. Traités en vase clos à 160 degrés par la potasse alcoolique, pendant quelques heures, tous deux fournissent un éther à odeur alliacée, donnant, avec l'azotate d'argent ammoniacal, un précipité blanc.

» Le trichlorure bouillant à 123 degrés, chauffé à 100 degrés avec la potasse alcoolique, fournit d'ailleurs aussi un éther précipitant l'azotate d'argent ammoniacal. Il donne en même temps des produits qui réduisent l'azotate d'argent et sur lesquels nous reviendrons.

» Le chlorure d'iode agit facilement sur le méthylchloracétol et ne donne avec lui qu'un seul trichlorure identique avec le précédent.

» On retombe encore sur le même produit par la fixation du chlore au soleil sur le propylène chloré. Tous ces faits sont en harmonie avec la constitution assignée au méthylchloracétol.

» *Chlorure de propylène.* — Quant au chlorure de propylène, d'après sa constitution, exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CH^2Cl$, il devait se prêter à la production de la trichlorhydrine. Mais il pouvait fournir, en même temps que ce dernier produit, deux isomères, dont l'un identique avec celui dérivé du méthylchloracétol et l'autre différent. Ici encore, les faits se sont trouvés en parfaite concordance avec la théorie.

» Nous avons fait voir que l'action du chlorure d'iode sur le chlo-

rure d'isopropyle $CH^3.CHCl.CH^3$ fournit exclusivement du chlorure de propylène, c'est-à-dire que la chloruration se porte de préférence sur les groupes méthyliques contenus dans la molécule isopropylique. Il était naturel de chercher dans le même réactif un moyen d'attaquer le groupe méthylique qui reste encore intact dans le chlorure de propylène.

» Nous avons préparé du chlorure de propylène à l'aide de l'iodure d'allyle, mais en ayant soin d'éviter qu'il ne pût s'y mêler aucun produit allylique. Ce chlorure de propylène a été enfermé par petites portions dans des tubes scellés avec du chlorure d'iode sec, et chauffé à la température de 160 degrés pendant quelques heures. La réaction terminée, ce dont l'on s'aperçoit au dépôt d'iode et au changement de couleur, on a ouvert les tubes à la lampe, pour laisser échapper l'acide chlorhydrique formé, et l'on a traité le résidu par la potasse et par le sulfite de soude pour dissoudre l'iode. Le liquide huileux a été lavé à l'eau et séché au chlorure de calcium, puis soumis à des distillations fractionnées répétées un grand nombre de fois. Une assez grande proportion de chlorure de propylène échappe à la réaction et se retrouve à la distillation. Il ne passe que fort peu de produit vers 125 degrés, une quantité beaucoup plus notable vers 140 degrés, et une autre portion assez abondante entre 150 et 160 degrés; ensuite il n'y a plus qu'une faible proportion de produits supérieurs.

» Le produit bouillant vers 140 degrés est un trichlorure $C^3H^5Cl^3$; sa densité est de 1,402 degrés à zéro et de 1,372 à 25 degrés. Il se produit aussi dans l'action du chlore sur le chlorure de propylène au soleil. Sa constitution est sans doute exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CHCl^2$.

» Quant au produit bouillant vers 155 degrés, c'est de la trichlorhydrine, mélangée avec une trace d'un tétrachlorure qu'on ne parvient pas à en séparer entièrement. Ce qui ne laisse aucun doute sur son identité, c'est, outre ses propriétés physiques, celle qu'il possède de fournir la glycérine.

» L'ayant chauffé avec une grande quantité d'eau à 170 degrés, et ayant ensuite saturé l'acide chlorhydrique par le carbonate d'argent, filtré, traité par l'hydrogène sulfuré, et évaporé au bain-marie, nous avons obtenu un liquide sirupeux insoluble dans l'éther, et qui, chauffé avec le bisulfate de potasse, développe l'odeur caractéristique de l'acroléine. Traité par l'iodure de phosphore, après avoir été incomplétement desséché, il donne un liquide ayant les caractères de l'iodure d'isopropyle. Traité par le même réactif après dessiccation plus complète, il donne de l'iodure d'allyle.

» C'était donc bien de la trichlorhydrine, et nous sommes, par conséquent, arrivés à reproduire la glycérine avec le chlorure de propylène, corps

qui peut être préparé sans partir de la glycérine elle-même. Ce qu'il est important de remarquer, c'est le secours que nous ont apporté dans ces recherches les formules de constitution fondées sur la tétratomicité du carbone, et l'accord qui se maintient entre cette théorie et l'expérience. Nous ne croyons néanmoins pas devoir nous arrêter là dans cette vérification, et nous continuerons l'étude des corps en $C^3$, et spécialement des isomères de la trichlorhydrine et de leurs dérivés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'acétone en hydrure d'hexylène (dipropyle).* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. A. Wurtz (1).

« On sait que la pinacone se forme par l'action de l'hydrogène naissant sur l'acétone en même temps que l'alcool isopropylique, et l'on peut la considérer comme formée de deux molécules d'acétone soudées par une molécule d'hydrogène (2)

$$C^{12}H^{14}O^4 = 2(C^6H^6O^2) + H^2.$$

Cette substance, sous les moindres actions oxydantes, tend à régénérer le corps qui a servi à la former, et elle fournit le plus souvent des composés ne renfermant que six équivalents de carbone. Cependant, on peut également considérer ce corps comme un dérivé normal d'un carbure d'hydrogène, l'hydrure de dipropylène, contenant 12 équivalents de carbone, unis à 14 équivalents d'hydrogène : c'est ce qui fait l'objet de ce travail.

» 1° L'hydrate de pinacone, cristallisé, a été traité, soit par l'iode et le phosphore en présence de l'eau et à la température de l'ébullition, soit en tubes scellés et à la température de 160 degrés, par 25 fois son poids d'acide iodhydrique en solution saturée. Dans l'un et l'autre cas, il se forme un mélange de pinacoline (anhydride de la pinacone) $C^{12}H^{12}O^2$; d'un iodure $C^{12}H^{11}I$; et de petites quantités de dérivés plus condensés de l'acétone. La partie passant à la distillation entre 142 et 145 degrés, qui forme les trois quarts du produit brut, donne à l'analyse des nombres correspondant à la formule $C^{12}H^{11}I$. Cependant ce corps contient encore près de 1 pour 100 d'oxygène; et il est difficile de le purifier, parce qu'il s'altère rapidement pendant les distillations. Pour m'assurer de sa composition,

---

(1) Le travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

(2) Friedel, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 391; 1869.

j'en ai traité une partie par le zinc et l'acide chlorhydrique aqueux ; dans ces conditions, il se forme un carbure d'hydrogène beaucoup plus léger que l'eau, volatil bien au-dessous de 100 degrés, et se combinant au brome sans dégagement d'acide bromhydrique, avec formation d'un bromure liquide et très-dense $C^{12}H^{12}Br^2$.

» 2° Le dipropylène iodé $C^{12}H^{11}I$ a été chauffé à 270 degrés pendant trois heures, avec environ quinze fois son volume d'acide iodhydrique en solution saturée à zéro. A l'ouverture des tubes, il se dégage une petite quantité de gaz brûlant avec une flamme très-éclairante, probablement de l'hydrure de propylène. Le liquide, surnageant l'acide iodhydrique en excès, se sépare à la distillation en deux fractions : l'une, formée des quatre cinquièmes de la masse totale, passe entièrement entre 58 et 60 degrés; la seconde, renfermant un mélange de plusieurs carbures d'hydrogène, ne commence à distiller qu'après 130 degrés.

» Le produit bouillant à 59 degrés est formé par un carbure d'hydrogène se rapprochant par ses caractères principaux des carbures saturés contenus dans les pétroles d'Amérique. C'est l'*hydrure de dipropylène*, déjà obtenu par M. Berthelot en traitant le diallyle par l'acide iodhydrique dans les mêmes conditions. Ce carbure d'hydrogène ne se solidifie pas lorsqu'on le maintient dans un mélange de sel et de glace pilée; il ne se combine pas immédiatement à froid avec le brome; il n'est pas attaqué à froid par l'acide sulfurique bouilli, etc. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 2,947; l'analyse élémentaire donne des nombres répondant à la formule $C^{12}H^{14}$. C'est un composé isomère de l'hydrure d'hexylène que l'on obtient en hydrogénant la benzine, corps dont le point d'ébullition est situé entre 69 et 70 degrés, c'est-à-dire 10 degrés au-dessus. Enfin, la constitution du dipropylène est bien établie par son mode même de formation, soit au moyen de la pinacone, soit au moyen du diallyle.

» 3° Le dipropylène iodé est vivement attaqué à froid par le brome, avec dégagement d'acide bromhydrique et mise en liberté de l'iode. Le corps que l'on obtient ainsi, après avoir été débarrassé de l'iode et du brome en excès, est purifié par solution dans le chloroforme, dont il se sépare sous forme de beaux cristaux fusibles à 142 degrés. Ce composé se sublime sans décomposition au-dessous de son point de fusion, en émettant des vapeurs très-irritantes. C'est un bromure de dipropylène bromé. Sa composition correspond à la formule $C^{12}H^{10}Br^4$; elle est la même que celle du tétrabromure de diallyle, corps dont il se distingue par des caractères très-nets, tels que le point de fusion et la forme cristalline.

» Ainsi, la pinacone, sous l'influence d'agents énergiques d'hydrogénation, peut donner naissance à un carbure d'hydrogène contenant le double d'équivalents de carbone contenus dans l'acétone, corps générateur. Ce carbure d'hydrogène est identique avec le carbure obtenu au moyen des alcools hexatomiques, mannite ou dulcite, sous l'influence des mêmes agents. On sait d'ailleurs que les matières sucrées peuvent, dans de certaines conditions, donner naissance à des composés ne renfermant que 6 équivalents de carbone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits relatifs à la diphénylamine* (1). Note de MM. CH. GIRARD et G. DE LAIRE, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus de l'Académie* du 27 novembre 1871, MM. Dusart et Bardy relatent le fait de la production de la diphénylamine, lorsqu'on fait réagir en vase clos du phénol, de l'acide chlorhydrique et du chlorhydrate d'aniline. Ces chimistes pensent que la production de la diphénylamine dans ces circonstances doit être attribuée à l'action du chlorure de phényle, qui prendrait d'abord naissance et réagirait ensuite sur le chlorhydrate d'aniline.

» L'expérience suivante, que l'on peut répéter facilement, établit clairement que l'intervention du chlorure de phényle n'est nullement nécessaire pour expliquer la production de la diphénylamine.

» En chauffant en vase clos, de 300 à 340 degrés, du chlorhydrate d'aniline pur pendant dix à douze heures, on constate à l'ouverture du tube qu'il n'existe pas de pression; la masse brun verdâtre est traitée par l'eau chaude, elle se dissout en partie. La portion non dissoute présente l'aspect d'une huile qui, par le refroidissement, se prend en une masse cristalline. Cette matière recueillie est lavée à l'eau bouillante, légèrement alcaline; elle est ensuite, après refroidissement, pressée et séchée entre plusieurs doubles de papier à filtre. On la reprend par l'éther qui la dissout. Cette solution, filtrée, laisse déposer de la diphénylamine pure. En opérant ainsi, on obtient une quantité de diphénylamine qui peut atteindre jusqu'à la dixième partie du poids du chlorhydrate d'aniline employé. Sous la seule influence de la chaleur, le chlorhydrate d'aniline se transforme donc partiellement en diphénylamine. Il est probable qu'un certain nombre de sels d'aniline se comportent comme le chlorhydrate d'aniline.

(1). Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

» Dans cette même Note du 27 novembre, MM. Dusart et Bardy rapportent qu'ils ont aussi obtenu de la diphénylamine en chauffant vers 225 degrés du sulfophénate de soude sec en présence d'aniline libre. Nous avons répété cette expérience, mais nous n'avons constaté la production de la diphénylamine que dans le cas où le sulfophénate de soude ou bien l'aniline employés contenait une petite quantité d'un sel d'aniline. — Dans ce cas, la formation de la diphénylamine résulte de l'action du sel d'aniline sur l'aniline elle-même, suivant un fait bien connu et incontesté; partant, il n'existe aucune raison de l'attribuer à l'intervention du résidu phénylique de l'acide sulfophénique. — De même la production de la diphénylamine par l'action de l'iodure ou du bromure de phényle sur l'aniline ne s'observe qu'autant que cet iodure ou ce bromure renferme une trace d'acide libre, ou bien l'aniline une trace d'un sel d'aniline.

» Enfin, MM. Dusart et Bardy annoncent que le sulfophénate de soude et le cyanure de potassium réagissent en produisant du benzonitrile. — Bien que théoriquement une semblable réaction paraisse tout à fait improbable, nous avons voulu tenter cependant de la répéter.

» Nous avons chauffé, dans une cornue de verre vert lutée, une molécule de cyanure de potassium, une molécule de sulfophénate de sodium, parfaitement pulvérisés et mélangés. La masse se boursoufle et distille un liquide qui ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline. En examinant cette substance, nous avons reconnu qu'elle n'est autre chose que du phénol, correspondant sensiblement à la quantité de phénol contenu dans le sulfophénate mis en réaction.

» Dans une nouvelle Note insérée dans les *Comptes rendus*, le 15 janvier 1872, MM. Dusart et Bardy disent avoir obtenu de la diphénylamine en chauffant en vase clos, entre 310 et 320 degrés, un mélange de 150 grammes de phénol, de 50 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque et de 25 grammes d'acide chlorhydrique.

» Nous avons répété cette expérience, mais en la débarrassant de toute complication inutile. En prenant pour point de départ de la réaction les éléments du chlorure de phényle, l'expérience est plus difficile à exécuter pratiquement, et ses résultats sont moins nets que lorsqu'on part simplement du chlorure de phényle. Nous avons donc chauffé en vase clos de 300 à 340 degrés, pendant 15 heures, deux molécules égales de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorure de phényle pur, bouillant de 135 à 136 degrés.

» A l'ouverture du tube, nous n'avons constaté aucune pression. La

matière a été jetée sur un filtre. La partie liquide ne contenait que du chlorure de phényle. Elle a passé à la distillation entièrement, entre 135 et 136 degrés, et n'a donné aucune coloration par l'acide nitrique. La partie solide restée sur le filtre se composait de chlorhydrate d'ammoniaque retenant un peu de chlorure de phényle. Dissoute dans l'eau bouillante et décomposée par la potasse, elle n'a pas fourni une trace d'aniline.

» En résumé, les différents résultats auxquels nous sommes arrivés sont conformes à tous ceux qui ont été publiés antérieurement sur ce sujet par MM. Berthelot, Kékulé, Lauth, Jungfleisch, etc. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Quelques observations de bile incolore.* Note de **M. E. Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« On a signalé souvent dans les autopsies la présence de vésicules remplies d'un liquide incolore, que l'on regarde d'ordinaire commme étant du mucus. Je ne sache pas que des analyses aient démontré que ces liquides renfermaient parfois les sels des acides biliaires, sans traces de matière colorante, présentant les réactions caractéristiques avec l'acide azotique. Je résume ici un certain nombre de cas que j'ai pu observer dans ces dernières années chez l'homme et les animaux.

» La recherche des acides biliaires a été faite par le réactif de Pettenkœffer; celle des matières colorantes par l'acide azotique, en me servant des procédés les plus délicats. L'analyse quantitative a été faite de la manière suivante : l'eau, l'ensemble des matières inorganiques et organiques a été déterminé sur une partie du liquide; le restant, évaporé à siccité, a été repris par de l'alcool absolu, puis précipité par de l'éther; la partie insoluble dans l'éther, évaporée et desséchée à + 105 degrés, a été pesée et figure comme sels des acides biliaires. La solution alcoolo-éthérée, évaporée à siccité, a été reprise par de l'éther absolu qui a dissous la graisse et la cholestérine. Le chiffre des matières organiques est la différence entre le résidu total et le poids réuni des sels des acides biliaires, des sels inorganiques, de la graisse et de la cholestérine.

» 1re *observation.* — Fille âgée de 23 ans, morte de phthisie; pas d'ictère, on n'a pu me fournir d'autres renseignements. Le foie était gras; la vésicule renfermait 29 grammes d'un liquide filant et clair, qui a donné à l'analyse les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Sels des acides biliaires.... | 55,2 |
| Matière organique........ | 2,1 |
| Graisse et cholestérine..... | 6,8 |
| Sels.................... | 12,4 |
| Eau..................... | 923,5 |

Le gros intestin renfermait des excréments mous, incolores, dont l'analyse n'a rien présenté de particulier. La vessie renfermait encore quelques grammes d'urine qui n'était pas ictérique.

» 2e *observation.* — Foie trouvé, sans indication d'origine, sur une table d'amphithéâtre; le foie était légèrement gras; la vésicule renfermait 42 grammes de bile filante et claire, ne coagulant pas par la chaleur. En voici l'analyse :

| | |
|---|---|
| Sels des acides biliaires.... | 62,8 |
| Matière organique........ | 1,9 |
| Graisse et cholestérine..... | 7,2 |
| Sels.................... | 8,1 |
| Eau.................... | 920,0 |

» 3e *observation.* — Homme de 40 ans, mort d'une méningite, suite probable d'alcoolisme (service de M. Schützenberger). Le foie, ratatiné, présente des îlots de dégénérescence graisseuse bien marqués; la vésicule ne renferme que 25 grammes d'un liquide un peu jaune, mais très-épais et ne coagulant pas par la chaleur.

| | |
|---|---|
| Sels des acides biliaires.... | 59,1 |
| Matière organique........ | 3,1 |
| Corps gras et cholestérine.. | 8,9 |
| Sels.................... | 11,4 |
| Eau.................... | 916,5 |

» 4e *observation.* — Ce cas s'est présenté à la clinique du professeur Hirtz, et se trouve rapporté, mais sans analyse, dans la Thèse du docteur Grollemund (1869, n° 197. Strasbourg).

» 5e *observation.* — Oie engraissée; la bile était d'un blanc grisâtre, visqueuse et un peu trouble; après battage, elle filtre très-lentement; le liquide transparent coagula par la chaleur, l'acide azotique y produisit un précipité soluble dans un excès d'acide, sans trace de coloration. Le sucre et l'acide sulfurique donnèrent une magnifique coloration pourpre. Cette analyse peut être rapprochée d'une analyse de Thenard, qui avait signalé la présence de l'albumine dans la bile d'un malade qui avait un foie gras.

» 6e *observation.* — Un chien, mort à la suite d'injection dans les veines d'une solution de glycocholate de soude, présente un foie qui avait subi un commencement de dégénérescence graisseuse. L'animal avait une teinte ictérique très-faible. La bile était incolore, mais elle ne put être analysée par suite d'une méprise du servant.

» 7e *observation.* — Un chien, sacrifié par une opération sanglante, avait un foie atrophié, mais présentant des îlots de dégénérescence graisseuse; la bile renfermait 32 grammes d'un liquide biliaire presque incolore. Les excréments du gros intestin étaient blancs; l'urine donnait, par l'acide azotique, une coloration rouge, mais pas la moindre coloration verte ou bleue. L'analyse de la bile a donné les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Sels des acides biliaires.... | 58,8 |
| Matière organique........ | 2,0 |
| Corps gras et cholestérine.. | 8,4 |
| Sels.................... | 7,9 |
| Eau.................... | 922,9 |

» 8e *observation.* — Le professeur Küt m'a remis des excréments blancs rendus par un malade qui n'avait jamais d'urines ictériques; les excréments redevinrent colorés, puis un an après blancs, sans motifs connus.

» La présente Note a surtout pour but d'appeler l'attention des médecins qui pratiquent des autopsies. Les faits ne sont pas encore assez nombreux et les observations trop incomplètes pour qu'on puisse les expliquer d'une manière satisfaisante. Je ferai seulement remarquer que, dans quelques cas, surtout chez les animaux, la bile incolore coïncidait avec l'ictère; mais, *dans tous les cas, le foie présentait une dégénérescence graisseuse plus ou moins avancée.* »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action combinée de la morphine et du chloroforme.* Note de **M. Guibert**, présentée par M. Claude Bernard.

« MM. Labbé et Goujon, dans leur Communication du 26 février dernier, sur l'action combinée de la morphine et du chloroforme, ont rapporté, en faisant l'historique de la question, une Note que j'avais laissée à M. Labbé en octobre 1871, Note trop concise pour donner une idée des résultats pratiques que j'ai obtenus. Je crois donc le moment venu de les faire connaître.

» Guidé par les expériences de M. Cl. Bernard et par les conseils donnés dans ses leçons faites au Collége de France, j'ai entrepris, depuis deux ans, d'utiliser chez l'homme cette association de la morphine et du chloroforme.

» J'en ai obtenu deux états bien distincts, qui ne sont que deux degrés d'action du chloroforme chez le sujet préalablement soumis à l'influence de la morphine : 1° l'analgésie, 2° l'anesthésie.

» 1° *Analgésie.* — Le sujet ayant subi une injection hypodermique de 1 à 2 centigrammes de chlorhydrate de morphine, le premier effet des inhalations de chloroforme, employé suivant la méthode ordinaire, est de produire un état d'analgésie avec conservation de l'intelligence des sens et du mouvement volontaire.

» Cet état suffit dans la pratique des accouchements et des opérations de petite chirurgie pour émousser très-notablement la sensibilité à la douleur.

» 2° *Anesthésie.* — Quand on prolonge suffisamment et sans interruption les inhalations du chloroforme, on obtient le sommeil avec anesthésie et résolution des muscles, état si précieux pour les grandes opérations, et que M. Cl. Bernard a désigné sous le nom d'*anesthésie mixte.*

» La plupart des faits que j'ai recueillis concernent le premier de ces états, l'analgésie, état qui n'a pas encore été décrit et n'a point été l'objet d'applications thérapeutiques. Mes observations, au nombre d'une trentaine au moins, dont quinze relatives à des accouchements, me paraissent démontrer que cet état d'analgésie pourra rendre de grands services dans la pratique des accouchements laborieux, dans celle des opérations sans lésion des troncs nerveux, et dans le traitement d'affections très-douloureuses, telles que les coliques de plomb, les coliques hépatiques et néphrétiques. La dose de morphine a varié de 1 à 2 centigrammes. Il est plus difficile de préciser la dose du chloroforme employé, à cause de l'évaporation. Ce qui prouve qu'elle est relativement faible, c'est qu'il a suffi à un malade atteint de violentes coliques de plomb, pour maintenir l'état analgésique pendant plusieurs heures, de respirer le chloroforme au-dessus d'un flacon débouché et seulement par intervalles.

» C'est surtout pour les accouchements laborieux que l'analgésie me paraît appelée à entrer dans la pratique usuelle. Elle atténue très-notablement la douleur et peut être continuée plusieurs heures sans faire courir à la mère aucun danger, sans nuire à la santé de l'enfant, sans modifier notablement les contractions régulières de l'utérus, sans prédisposer aux hémorrhagies, suite de couches.

» Voici comment je procède dans les accouchements : Je pratique à l'avant-bras l'injection sous-cutanée d'environ 1 centigramme de chlorhydrate de morphine, au moment où la femme commence à supporter difficilement les douleurs des contractions utérines et où je vois survenir de l'agitation avec anxiété et découragement. Un quart d'heure environ après l'injection, je commence l'inhalation du chloroforme, par la méthode ordinaire, au moment même où la femme m'annonce l'arrivée d'une contraction utérine. Dès que la femme a fait une dizaine d'inspirations d'air chargé de vapeurs de chloroforme, elle sent que la douleur de la contraction, au lieu d'aller en augmentant, se calme, bien que la contraction continue. Je suspends l'inhalation dès que la contraction s'arrête, et je continue ainsi pendant toute la durée du travail en ne faisant respirer le chloroforme que pendant le temps des contractions.

» On voit alors succéder à l'agitation, à l'anxiété, au découragement, un état de calme, de bien-être, de quiétude qui contraste avec le précédent et dont la femme vous témoigne la plus vive reconnaissance. Quand la tête est sur le périnée, que l'on prévoit l'arrivée prochaine des grandes douleurs et que l'analgésie devient moins prononcée, il ne faut pas craindre de recourir

à une nouvelle injection hypodermique d'un demi-centigramme de morphine, qui suffira, en s'ajoutant à la première dose, pour rendre supportables, parfois même presque nulles, les atroces douleurs du passage de la tête.

» L'analgésie atténue sensiblement l'état de fatigue extrême qui suit les accouchements laborieux.

» J'ai recueilli une observation de version pelvienne pratiquée, pour une présentation du tronc, plus de seize heures après l'écoulement des eaux, et exécutée avec la plus grande facilité sous l'influence de l'état analgésique, sans que la mère, qui continuait à répondre aux questions qu'on lui adressait, poussât un seul cri, une seule plainte. L'action combinée de la morphine et du chloroforme avait complétement dissipé la contracture ou rétraction de la matrice qui, dans ces conditions, rend la version si difficile pour l'accouchement et si douloureuse pour la mère.

» Cet état d'analgésie m'a paru jusqu'ici assez facile à maintenir sans amener l'anesthésie, pourvu que les inhalations de chloroforme soient assez fréquemment interrompues.

» Dans une observation d'anesthésie mixte, obtenue pour une amputation du sein, j'ai constaté un ralentissement considérable du pouls qui, de 100 pulsations est tombé progressivement à 54. Sans doute la vie de la malade n'a couru aucun danger sérieux. L'observation n'en démontre pas moins, sur la circulation, une action très-remarquable contre laquelle il conviendra de se mettre en garde. Une demi-heure après la cessation de l'inhalation, le pouls était remonté lentement à 80 pulsations. »

CHIRURGIE. — *Des greffes cutanées.* Note de **M. Ollier**, présentée par M. Cl. Bernard.

« En 1869, M. Reverdin a démontré que de petits lambeaux d'épiderme de 2 à 3 millimètres carrés, transportés sur des plaies en voie de réparation, sont susceptibles de se greffer sur la couche de bourgeons charnus, et deviennent des centres de formation épithéliale dont on peut tirer parti pour hâter la cicatrisation de la plaie.

» Les faits que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie montrent que ce ne sont pas seulement des lambeaux microscopiques d'épiderme, qui peuvent être ainsi transplantés, mais de larges lambeaux cutanés formés, non-seulement par la couche superficielle du derme, mais par toute l'épaisseur de la peau.

» Au lieu d'un semis de petits fragments d'épiderme, je fais de véritables transplantations cutanées. Je ne me borne pas à semer sur les bourgeons charnus de petits îlots épidermogènes, je recouvre par de larges lambeaux de plusieurs centimètres carrés une plus ou moins grande étendue de la plaie dont je veux hâter la cicatrisation. Je ne cherche pas seulement ainsi à hâter l'épidermisation naturelle des bourgeons charnus, je ferme la plaie par une couche cutanée empruntée ailleurs, et qui, une fois greffée, forme une membrane limitante toute différente des cicatrices ordinaires.

» Quand on transplante de petits lambeaux épidermiques ou dermo-épidermiques, on hâte, sans doute, dans une certaine mesure, la cicatrisation de la plaie, mais on n'obtient pas une cicatrice différente de celle qui se serait produite naturellement. C'est le même processus fondamental, c'est la même structure; ce sont les mêmes propriétés dans le tissu cicatriciel.

» La pellicule épidermique dont la formation a pu être avancée par la multiplication des centres d'épidermisation a les mêmes caractères que la couche superficielle des cicatrices ordinaires. Elle est si peu stable qu'elle se détruit sous l'influence de la moindre irritation. Elle est lisse, luisante, et laisse voir par transparence le tissu violacé qui constitue la partie fondamentale de la cicatrice. Aux membres inférieurs, sur la périphérie des ulcères chroniques, elle se transforme en une couche cornée plus ou moins épaisse, mais qui n'offre aucune stabilité, et qui doit être considérée comme un produit pathologique. Sous les greffes épidermiques, le tissu propre de la cicatrice se comporte comme dans les cas où il s'est formé naturellement; il a la même rétractilité et, par conséquent, les mêmes inconvénients au point de vue chirurgical.

» En transplantant de larges lambeaux cutanés et en les multipliant, je puis recouvrir en une seule séance la plus grande étendue de la surface d'une plaie, et la guérison a lieu alors par un processus tout autre que dans les greffes qui ont été pratiquées jusqu'ici.

» M. Reverdin et les chirurgiens qui l'ont imité (en y comprenant M. Frank Hamilton, de New-York, qui avait déjà transplanté de la peau quelques années auparavant, 1854) n'ont cherché qu'à multiplier les centres d'épidermisation : ils ont voulu seulement hâter la formation de l'épiderme à la surface de la plaie.

» Pour moi, en transplantant de larges lambeaux cutanés, je cherche à réduire autant que possible l'épidermisation naturelle des bourgeons charnus. Mon but est de changer sur une surface plus ou moins grande de la plaie le processus de réparation.

» Je remplace la couche épithéliale de nouvelle formation, mince, délicate et peu stable, par une couche cutanée, charnue, épaisse, stable dans ses éléments fondamentaux, et destinée, malgré l'absence de ses glandes, à remplir le rôle d'une véritable peau.

» C'est donc une autoplastie que je pratique.

» Pour opérer ces greffes cutanées, je détache des lambeaux de 4, 6 et 8 centimètres carrés; je me sers d'un couteau mince et large que je fais agir parallèlement au plan de la peau, par un mouvement rapide de va et vient. Les lambeaux taillés ainsi en dédolant se trouvent plus épais à leur centre qu'à leurs bords. A leur centre, ils peuvent comprendre le sommet des aréoles du pannicule graisseux sous-cutané; mais il faut enlever ces petites masses adipeuses avant d'appliquer le lambeau sur la plaie. A la périphérie, ils sont de plus en plus minces, à mesure qu'on s'approche du bord, de sorte qu'à leur limite extrême ils ne sont constitués que par l'épiderme. Ces lambeaux sont très-rétractiles et, une fois détachés, ils se recroquevillent et diminuent très-notablement de volume, quelquefois de plus de moitié, selon l'abondance des fibres élastiques que la peau contient dans la région opérée. Il faut les étaler avec la plus grande précaution sur la couche des bourgeons charnus pour les faire adhérer.

» On peut prendre les lambeaux cutanés, soit sur le sujet lui-même, soit sur d'autres individus. Nous avons pris la plupart de nos greffes sur des membres amputés à la suite d'accidents, chez des hommes sains d'ailleurs.

» Dans les cas où nous avons été obligé de les prendre sur le sujet lui-même, nous avons, pour éviter la douleur de l'opération, mis à profit un fait expérimental que nous avons communiqué, il y a plus de dix ans, à l'Académie (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 27 mai 1861), c'est-à-dire la possibilité de greffer des tissus soumis à de basses températures. A cette époque, nous démontrâmes que des lambeaux de périoste gelé, puis transportés sous la peau d'un autre animal, pouvaient, non-seulement reprendre vie, mais encore produire du tissu osseux. Nous avons, pour pratiquer nos greffes cutanées, appliqué sur la peau un mélange réfrigérant (glace et sel). Une fois la peau gelée, c'est-à-dire devenue blanche, exsangue et insensible, nous avons taillé des lambeaux comprenant la totalité du derme, qui, transportés sur une plaie, se sont greffés parfaitement. »

BOTANIQUE. — *Sur les gonidies des Lichens.* Note de **M. Ed. Bornet**, présentée par M. Decaisne.

« Le thallus des Lichens est formé d'un tissu filamenteux généralement incolore (hypha) et de cellules colorées en vert, en jaune, en bleu ou en brun (gonidies). Ces cellules présentent une ressemblance extrême avec celles de quelques Algues inférieures. On a cherché à expliquer cette ressemblance en supposant que les Algues en question n'étaient que des états imparfaits et stériles des Lichens, qui seuls représenteraient la plante arrivée à son complet développement; mais l'étude des rapports de l'hypha avec les gonidies n'est pas favorable à cette manière de voir, comme je le dirai tout à l'heure. Dans ces derniers temps, M. Schwendener a émis une autre hypothèse, d'après laquelle les Lichens seraient des êtres complexes, formés de l'association de certaines Algues avec divers Champignons du groupe des Thécasporés. Quelque bizarre que cette théorie paraisse au premier abord, je crois qu'elle s'appuie sur des faits assez nombreux pour mériter d'être prise en considération.

» Il semble en effet que l'on puisse trouver dans chaque Lichen une Algue correspondante (ce qui n'implique pas toutefois qu'il doive y avoir une Algue différente pour chaque Lichen). Ainsi les gonidies des *Omphalaria* se retrouvent dans les *Chroococcus*, celles des *Synalissa* dans les *Glœocapsa*, des *Collema* dans les *Nostoc*. Les *Ephebe, Spilonema* et *Gonionema* répondent aux *Stigonema*, *Sirosiphon* et *Scytonema*. Dans les Lichens qui renferment de la chlorophylle, les granules verts ne diffèrent en rien des *Protococcus*, *Cystococcus* et autres productions analogues. Les gonidies rameuses des *Opegrapha* ont la même structure que les *Trentepohlia* (*Chroolepus*, Ag.). Enfin le curieux genre *Cœnogonium* paraît avoir pour plante nourricière une Conferve appartenant au genre *Cladophora*.

» Quand on examine sans parti pris ce singulier parallélisme, il est difficile de croire qu'une concordance si générale entre les Algues inférieures et les gonidies des Lichens ne soit due qu'à une coïncidence accidentelle. Il faut remarquer d'ailleurs que ces gonidies se multiplient suivant leurs lois propres et dans une complète indépendance de l'hypha, et que si, après les avoir extraites du thallus, on les place dans un milieu approprié, elles se développent et se reproduisent précisément de la même façon que les Algues correspondantes.

» J'ai pensé que le meilleur moyen d'éclaircir cette question serait de

déterminer exactement les rapports de l'hypha avec les gonidies et d'en constater, s'il était possible, la véritable origine. La science possède peu d'observations précises sur ce point, et les assertions des auteurs sont contradictoires, les uns disant que les gonidies naissent de l'hypha, les autres que l'hypha est produit par les gonidies. Voici les résultats auxquels je suis arrivé dans certaines espèces dont la structure se prête à ces recherches.

» Dans une espèce du genre *Plectopsora*, qui a les gonidies disposées en chapelet, comme celles des *Collema*, j'ai vu avec la plus grande netteté que de courts ramules se détachent des filaments principaux de l'hypha et viennent s'appliquer, comme une sorte de doigt, sur une des cellules des chapelets. A ce contact, la cellule se gonfle considérablement et s'entoure d'une membrane épaisse. Son contenu s'altère, finit par disparaître en entier, et il ne reste plus qu'une poche vide adhérente à l'hypha. Ici le parasitisme est évident.

» D'autres genres voisins, *Synalissa*, *Omphalaria*, etc., présentent exactement les mêmes phénomènes. Toutefois les gonidies ne sont pas aussi profondément modifiées; leur contenu devient plus homogène et plus dilué, mais leur forme n'est pas changée.

» Dans les Lichens supérieurs, les gonidies sont généralement disposées, sous la couche corticale, en une zone particulière traversée par les nombreuses cellules de l'hypha qui passent de la couche médullaire dans la couche corticale. Leur attache à l'hypha est difficile à bien voir; mais, en choisissant des espèces dont la zone gonidiale est peu serrée, j'ai constaté avec certitude que l'adhérence entre les deux organes est de même nature que dans les cas précédents. L'attache se fait directement sur le côté des filaments de l'hypha, et la gonidie est sessile; ou bien elle a lieu par l'intermédiaire d'un ramule latéral, et alors elle est pédicellée. Dans l'un et l'autre cas, le filament s'applique étroitement sur la gonidie et se moule en quelque sorte sur son contour. Très-souvent il se dilate au point de contact en un épatement irrégulier ou en une cupule qui embrasse toute la base de la cellule. Du pourtour de ce disque d'insertion naît un nombre variable de ramules qui entourent la gonidie d'un réseau plus ou moins serré et qui vont se terminer au-dessus d'elle dans la couche corticale. Tous les Lichens que j'ai examinés, à l'exception des *Collema* et des *Leptogium*, offrent la même disposition, et il n'est pas douteux qu'elle ne se trouve dans la famille entière.

» En semant des spores de *Parmelia parietina* avec des globules de *Pro-*

*tococcus viridis*, on prend en quelque sorte sur le fait la manière dont s'établit la connexion. Au bout de quelques jours, les spores se mettent à germer; elles émettent des filaments radiculaires qui s'allongent rapidement et toutes les fois que ces filaments rencontrent les globules verts du *Protococcus* isolés ou en groupes, ils s'y fixent comme je l'ai dit plus haut. Si la présence des spores encore adhérentes ne montrait pas la véritable nature de ces radicules, il serait impossible de les distinguer des filaments gonidifères du Lichen adulte.

» En résumé, il me paraît démontré : 1° que les gonidies ne naissent pas plus de l'hypha que l'hypha des gonidies; 2° que la présence de celles-ci est nécessaire pour le développement de l'hypha, dont la croissance s'arrête quand les gonidies font défaut. Les Lichens seraient donc en réalité parasites sur les Algues; mais ce parasitisme aurait différents degrés. Dans quelques espèces, l'hypha détruit les cellules auxquelles il s'attache. Dans la plupart des cas, au contraire, les deux organismes continuent à vivre associés, et les gonidies conservent la faculté de se multiplier conformément aux lois ordinaires de leur reproduction. Enfin, dans les *Collema* et les *Leptogium*, il n'y a point de connexion immédiate entre l'hypha et les gonidies, et ces plantes, que leur ressemblance avec les Nostoc a fait souvent citer comme un exemple de la transformation des Algues en Lichens, sont précisément celles où le parasitisme est le moins caractérisé. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'un abondant gisement d'*Hemirhynchus Deshayesi *dans le calcaire grossier de Puteaux (Seine); par* **M. Stan. Meunier.**

« Il y a quelques jours, le propriétaire d'une carrière de moellons de Puteaux, M. Delarivière, me fit part de la trouvaille qu'il venait de faire, de nombreuses empreintes de poissons fossiles.

» Je me rendis immédiatement sur les lieux, et je pus admirer, encore en place, une innombrable accumulation de poissons, conservés jusque dans les moindres détails de leur squelette et de leurs téguments. Ces poissons, réunis là en nombre prodigieux, semblent avoir succombé à la suite d'une action violente, telle qu'un cataclysme ou l'arrivée subite de principes toxiques dans les eaux qu'ils habitaient; du moins n'expliquerait-on pas aisément d'une autre manière les contorsions qu'ils présentent souvent, et qui rappellent les allures tourmentées des poissons du Mansfeld et d'ailleurs.

» Les poissons de Puteaux m'ont paru se rapporter tous à la même espèce; mais cette espèce, jusqu'ici extrêmement rare, n'était connue des paléontologistes que par des échantillons incomplets. Agassiz, qui lui a imposé le nom d'*Hemirhynchus Deshayesi*, s'exprime ainsi à son égard (1):

« Il est à regretter que cette espèce si importante, en ce qu'elle établit un passage entre deux types assez différents, ne soit pas connue dans tous ses détails. Nous n'en connaissons jusqu'ici qué la tête et une partie de la colonne vertébrale; mais, à en juger par sa physionomie générale, il paraît que c'était un poisson très-allongé. »

» Aujourd'hui, grâce aux échantillons fournis par la carrière de Puteaux, on pourra combler toutes les lacunes de la description d'Agassiz. On pourra constater, par exemple, que l'*Hemirhynchus* atteignait parfois 1 mètre de longueur, avec une largeur moyenne de 12 centimètres, et qu'il présente une nageoire continue, aussi bien sur le dos que sous le ventre. On pourra étudier toutes les particularités de ses écailles, qu'Agassiz n'a vues que par leur surface interne, etc. Aussi n'est-ce qu'après avoir fait toutes ces études, que devait rendre plus complètes l'examen d'une très-grande plaque (que M. Delarivière m'a annoncé vouloir offrir à la collection de géologie du Muséum), que je me proposais d'entretenir l'Académie du gisement d'*Hemirhynchus* de Puteaux. Mais, en présence d'une annonce qui vient de paraître dans quelques journaux, et qui invite les naturalistes à visiter les carrières, j'ai cru devoir prendre date par cette courte Note. »

MÉTÉOROLOGIE. — *L'aurore boréale du 4 février observée en Italie.* Note du **P. Denza**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« L'aurore du 4 février a paru sur toute la péninsule italienne, depuis les Alpes jusqu'à l'extrémité des Calabres, ainsi qu'en Sicile et à Malte. Toutes nos stations des Alpes me l'ont signalée; elle a surtout été splendide sur le petit Saint-Bernard (2160 mètres), sur le col de Valdobbia (2458 mètres) et aux pieds du mont Blanc et du mont Rosa.

» J'ai reçu les relations d'un très-grand nombre de stations italiennes, mais les circonstances du météore ont été partout à peu près les mêmes que celles qu'on a publiées dans les *Comptes rendus;* c'est pour cela que je ne m'arrête pas dans leurs descriptions.

» La lumière aurorale a été très-intense. Elle a partout dépassé le zénith et s'est étendue vers le sud, de sorte que l'on pouvait croire, à quelques instants, assister à la fois à une aurore boréale et australe. Dans beaucoup de stations, comme à Moncalieri, elle a offert toutes les apparences qui accompagnent ordinairement ces météores dans les régions du nord. On a vu les rayons lumineux et obscurs se changer, alterner de mille manières et s'élever jusqu'au zénith; on a vu l'arc obscur et la splendide couronne, dont les rayons convergeaient vers le

---

(1) *Recherches sur les poissons fossiles*, t. V, p. 88, et Pl. XXX.

*Taureau* et firent un lent mouvement de l'ouest vers l'est, en se dirigeant ensuite vers *Orion* et plus tard vers le *Monoceros*; ce déplacement dérivait sans doute en partie de la rotation de la sphère céleste, en partie d'un mouvement oscillatoire de l'aurore dans le sens du méridien.

» L'aurore a persisté dès le crépuscule jusqu'à minuit. Dans quelques endroits, on a observé des lueurs aurorales jusqu'à deux heures, et même jusqu'à trois heures après minuit.

» Je me suis occupé surtout de l'analyse spectrale de la lumière aurorale. Voici en peu de mots les résultats les plus importants de mes observations.

» Dans la lumière blanc-verdâtre qui resplendissait au nord avec une forte intensité, un peu à l'est du méridien magnétique, j'ai observé une bande brillante très-vive dans le jaune-vert du spectre, sur fond obscur. La lumière était, par conséquent, monochromatique. Cette bande correspondait à la raie 1246 de Kirchhoff, c'est-à-dire à la 5560 d'Angström. Elle était aussi très-brillante dans les nuages blancs et verdâtres qui se formaient vers le sud. Nous avons observé cette raie sur tout le ciel, même au zénith, quoique beaucoup moins splendide. On ne la voyait pas sur l'horizon sud. C'est la raie découverte par Angström dans l'aurore boréale, que j'ai observée aussi en Sicile dans la couronne solaire pendant l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1870.

» Cette raie a été vue aussi par le R. P. Secchi et par MM. Respighi et Donati, plus vers l'ouest, c'est-à-dire plus près du méridien magnétique, aussi bien que dans le méridien et un peu à l'ouest de celui-ci, où la lumière aurorale était plus vive, et les rayons jaunes et rouges se développaient avec plus d'éclat; le spectre se montra continu, mais très-faible. Sur ce spectre continu, outre la raie 1246, j'en ai remarqué bien distinctement deux autres, beaucoup moins vives que la première, mais très-nettes et persistantes.

» La première de ces deux raies se trouvait dans le vert-bleu, entre les deux 1818,7 et 1821,4 de Kirchhoff et peut-être une de celles-ci. Cette raie a été vue à peu près à la même position par M. Respighi, à Rome. La seconde se trouvait dans le bleu; elle était la F de l'hydrogène et fut observée aussi par M. Donati, à Florence.

» Entre ces deux raies, très-bien observées, j'en ai remarqué parfois plusieurs autres très-faibles et bien peu persistantes, dont il m'a été impossible de déterminer la position. Dans le jaune-rouge, je n'ai pas vu les raies rouges qui ont été observées par le P. Secchi à Rome et par M. Donati à Florence.

» J'ai aussi, avec un bon polariscope de Savart, distingué des traces de polarisation dans la lumière aurorale.

» Les perturbations ont été partout très-intenses dans les instruments magnétiques, qui, en beaucoup d'endroits, à Florence, à Livourne, à Aoste, etc., ainsi qu'à Moncalieri, sortirent de leur échelle, entre 4 et 5 heures du soir. Nous n'avons pu commencer à enregistrer les indications du déclinomètre qu'à $6^h 11^m$; car, en ce moment seulement, il est revenu dans l'échelle. Les observations ont été faites de cinq en cinq minutes, et ont été continuées pendant toute la nuit. L'excursion entre le maximum de déclinaison ouest (à $6^h 51^m$) et le minimum est (à $8^h 1^m$) a été de $1^\circ 45'$, à peu près comme dans les autres stations italiennes.

» L'électricité atmosphérique a été fort abondante pendant l'aurore, et les fils télégraphiques ont été très-agités sur toute la Péninsule, ainsi qu'il résulte des rapports qui m'ont été gracieusement adressés par la Direction générale des télégraphes et la Direction compartimentale de Turin.

» Le météore était accompagné, comme d'habitude, par un fort courant polaire, qui a rendu l'atmosphère froide et humide et a changé la saison, qui est encore mauvaise.

» Nous avons observé aussi des étoiles filantes sillonner le ciel pendant l'apparition aurorale; mais c'est un phénomène tout à fait accidentel.

» Je ferai remarquer que, dans cette même soirée du 4, une faible secousse ondulatoire de tremblement de terre a été indiquée par les sismographes de Moncalieri et de Florence (collége *La Querce*), et ce n'est pas la première fois que les tremblements de terre accompagnent de belles aurores polaires. Le mouvement séismique était dirigé de ouest-nord-ouest à est-sud-est.

» Les phénomènes du Soleil ne firent pas défaut non plus. Pendant les jours qui précédèrent immédiatement l'aurore, il s'est montré couvert de beaucoup de taches, quoique, pour la plupart, petites et superficielles. Voici les résultats des observations régulières faites dans cet Observatoire de Moncalieri, du 15 janvier au 17 février, tous les jours où l'on n'a pas été empêché par des nuages ou par le brouillard :

| | Groupes. | Trous. |
|---|---|---|
| Janvier 15 | 7 | 35 |
| 27 | 4 | 35 |
| 30 | 5 | 83 |
| 31 | 6 | 87 |
| Février 1 | 6 | 81 environ. |
| 2 | 10 | 116 |
| 3 | 10 | 113 |
| 4 | 9 | 100 environ. |
| 5 | 8 | 98 |
| 6 | 9 | 94 |
| 7 | 8 | 96 |
| 17 | 4 | 27 environ. |

» Nos dessins journaliers des taches solaires sont faits aussi dans le but d'évaluer la surface occupée par les taches, mais nous n'avons pas encore réduit les observations.

» Le 3 février, la chromosphère solaire était agitée et anomale. De 10 heures à 11 heures du matin, j'ai observé, parmi plusieurs petites protubérances, une belle éruption, dont la hauteur était de près de trois minutes d'arc; elle se trouvait à 112-114 degrés du nord. Dans les jours suivants, je n'ai pu faire d'observations spectroscopiques. Il est important de remarquer que la splendide aurore du 4 février avait été précédée par deux autres phénomènes auroraux, les soirs du 30 janvier et du 2 février, dont le premier a été vu à Volpeglino, près de Tortone (Piémont), le second à l'Observatoire royal de Modène.

» Après le 4, l'aiguille aimantée a continué à être agitée, surtout le soir, chez nous comme ailleurs. Une lumière uniforme et rougeâtre a été notée par moi, surtout au nord, dans la soirée du 5 et celle du 6 : elle a été également observée le 5, à Rome, par le professeur Respighi.

» Dans la soirée du 8, une autre apparition aurorale a été observée à Aoste, dans la vallée du mont Blanc, par le R. P. Volante, de $7^h 30^m$ jusqu'à 9 heures. Cette lumière fut aussi remarquée par le professeur Garibaldi, à l'Observatoire de Gênes, où elle s'est reproduite dans la soirée du 9.

» Le soir du 10, une nouvelle apparition aurorale a été observée à Volpeglino, par le R. D. Maggi; elle a acquis sa plus grande splendeur vers $6^h 30^m$. A ce moment une lumière rougeâtre et uniforme s'étendait sur l'horizon, au nord, sur un trait de plus de 10 degrés de longueur et 11 de hauteur, malgré la vapeur et les nuages qui voilaient le ciel.

» Le soir du 17, une lumière blanchâtre a été observée vers le nord, à Moncalieri.

» Le 26, tandis qu'une forte dépression barométrique traversait la péninsule italienne, une belle apparition aurorale fut observée à Mondovi par le R. professeur Bruno, et à Moncalieri, de 7 heures à 9 heures du soir. La lumière s'étendait jusqu'à Céphée d'un côté, et aux Pléiades de l'autre. A 8 heures, la voûte céleste devint splendide, presque sur tout l'horizon, depuis l'ouest jusqu'au nord-ouest par le nord.

» Le soir du 27, un dernier phénomène auroral a été vu à Gênes, à Alexandrie et à Volpeglino, depuis 7 heures jusqu'au lever de la Lune. On voyait une belle lumière blanchâtre pour 25 degrés à l'est et à l'ouest du méridien magnétique, et sur une hauteur de 35 degrés.

» La lumière zodiacale vue en janvier avant l'aurore du 4 a reparu les jours suivants, et pendant tout le mois de février. Elle a été parfois très-splendide, et on l'a signalée dans un grand nombre de nos stations piémontaises. J'ai essayé de l'analyser au moyen du spectroscope, mais toujours en vain.

» Les halos lunaires ont été très-fréquents pendant le mois de février, et les soirs des 19 et 20, deux de ces météores ont été vus dans toutes les stations du Piémont, même sur les Alpes, au col de Valdobbia près le mont Rosa, et sur le petit Saint-Bernard, près du mont Blanc. On les a signalés aussi à Gênes et ailleurs. Leur diamètre était, à Moncalieri, de 44 degrés.

» Les instruments magnétiques ont été très-souvent agités à Moncalieri, à Gênes, à Aoste, à Florence, etc. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Pluie de sable et phénomènes cosmiques observés en Italie dans la première décade de mars 1872.* Note du **P. Denza**, directeur de l'Observatoire de Moncalieri. (Communiquée par M. Le Verrier.)

« *Pluie de sable.* — M. le professeur Tacchini, astronome à l'Observatoire de Palerme, et M. le docteur Conti, directeur de la station météorologique de Cosenza (Italie méridionale), ainsi que M. le professeur Bellucci, assistant à l'Observatoire de l'Université de Pérouse (Italie centrale), m'ont annoncé que, dans les journées des 10 et 11 du courant, une pluie de poussière jaune rougeâtre est tombée dans ces régions. Cette pluie a suivi les vents de sud qui ont soufflé avec force les jours précédents; elle a été recueillie aussi à l'Observatoire du Collége romain.

» Il est très-probable, sinon certain, que cette pluie de sable a été amenée dans nos contrées par les contre-courants atmosphériques, rappelés vers nous par les vents qui, des régions polaires, se sont avancés avec violence vers l'équateur pendant les derniers jours de février. Le retard a été occasionné par les fortes pressions qui dominaient sur l'Europe méridionale pendant les premiers jours de ce mois.

» Une autre pluie de sable, très-limitée, a été observée à Cosenza par M. Conti, le 27 février, lors du passage de la grande dépression barométrique des jours de février.

» *Phénomènes auroraux et lumière zodiacale.* — Dans ces premiers jours de mars, nous

avons traversé une période très-remarquable de phénomènes cosmiques et surtout électriques. En voici la note :

Mars 1. Lumière aurorale à Florence (observée aussi en Russie et en Écosse).
2-3. Lumière zodiacale très-brillante dans presque toute l'Italie, depuis Moncalieri jusqu'à Palerme et Messine; elle s'élevait jusqu'aux Pléiades.
4. Lumière zodiacale splendide. Lueurs aurorales au nord de Moncalieri.
5. Lumière zodiacale très-brillante. Lumière aurorale à Aoste, à Moncalieri, à Palerme.
6. Aurore polaire à Messine (Sicile).
7. Lumière aurorale à Moncalieri et à Gênes (aurore polaire à Haparanda, Thursö, Londres).
8. Aurore polaire à Moncalieri (observée à Londres et à Thursö).
9. Aurore polaire à Moncalieri. Légères secousses de tremblement de terre à Gênes.

» Pendant ces jours, nous avons observé des perturbations presque continuelles dans les aiguilles aimantées. Le 5, la chromosphère du Soleil a été très-agitée, et nous avons observé de belles protubérances.

» Depuis le 5, le ciel a presque toujours été couvert et pluvieux, et les aurores des 7, 8, 9, ont été observées à travers les nuages. Pendant le mois de février, nous avons observé les phénomènes auroraux suivants :

Février 4. Grande aurore polaire dans toute l'Italie.
5. Lumière aurorale à Moncalieri et à Rome.
6. Lumière aurorale à Moncalieri.
8. Lumière aurorale à Aoste et à Gênes.
9. Lumière aurorale à Gênes.
10. Lumière aurorale à Volpeglino, près de Tortone.
20-21. Grand halo lunaire dans tout le nord de l'Italie jusqu'à Florence. Son diamètre était de 44 degrés environ.
26. Lumière aurorale à Mondovi.
27. Aurore à Gênes, Alexandrie, Volpeglino.

» Lumière zodiacale brillante pendant plusieurs jours et dans un grand nombre de stations. Bourrasques et perturbations magnétiques pendant les jours ci-dessus.

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 4 février*. Lettre de M. **Mohn**, Directeur de l'Observatoire de Christiania. (Communiquée par M. Le Verrier.)

« Le temps couvert, que nous avons eu presque continuellement, depuis le commencement de cette année, ne nous a pas permis d'observer l'aurore boréale remarquable du 4 février. A Throndhjem, on a été plus heureux.

» Le temps de l'apparition est le même qu'à d'autres endroits. A Throndhjem, le phénomène a cependant eu, ce me semble, le caractère d'une aurore boréale dans un moindre

degré qu'en général; il était moins mobile ou flambant qu'on ne l'observe d'habitude quand il est très-fort. De plus, chose rare pour cette latitude, au même temps que la lueur rouge embrassait tout l'horizon de ouest-nord-ouest par le sud au nord-est, tout l'horizon boréal était parfaitement clair et pur, et il ne présentait pas l'obscurité sombre appartenant au segment qu'on remarque au-dessous d'un arc auroral ordinaire vu vers le nord. Il y avait cependant assez de mouvement dans la lueur rouge pour rappeler les caractères de l'aurore boréale; et les étoiles, même les faibles étoiles, sous la ceinture d'Orion, brillaient au travers d'elle d'un éclat presque inaltéré.

» Le phénomène s'est à peine présenté d'une manière si étendue depuis beaucoup d'années; il semblait presque une masse rouge de nuages contigus, et qui, peu à peu, s'étalait sur les $\frac{4}{5}$ du ciel. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 4 février.* Lettre de **M. Coumbary**, directeur de l'Observatoire de Constantinople. (Communiquée par M. Le Verrier.)

« Le 4 février, à 8 heures du soir, une aurore boréale, d'un éclat extraordinaire pour nos latitudes, a été vue. L'étendue de ce phénomène lumineux embrassait 180 degrés environ sur l'horizon, de l'ouest à l'est; en hauteur, il atteignait le zénith, en le dépassant parfois.

» L'aurore a été vue sur toute la Turquie d'Europe et sur une grande partie de celle d'Asie. Des perturbations très-intenses ont été observées sur toutes les lignes télégraphiques de la Turquie et l'Asie Mineure. Ces perturbations ont eu lieu sur des lignes de direction diversement orientées, et même sur des lignes de petites longueurs, telles que 20 à 25 kilomètres.

» A ce sujet, le chef de la station météorologique de Volona nous a communiqué ce qui suit :

« Tout l'après-midi du 4 février, nos lignes télégraphiques furent sillonnées par de forts » courants atmosphériques augmentant graduellement d'intensité et de fréquence jusqu'au » coucher du soleil, où ils devinrent permanents; le galvanomètre du bureau télégraphique, » quoique dans un circuit de 1200 kilomètres (de Volona à Constantinople), indiquait une » déviation anomale de 65 à 70 degrés, due à la présence d'un courant négatif; à $7^h 35^m$, » le courant se renverse et devient positif, en conservant une grande intensité. »

» A la même heure, il fut constaté, au bureau télégraphique de Péra, un phénomène identique.

» Le chef de la station de Jurgat nous a communiqué ce qui suit :

« A $6^h 30^m$, les appareils fonctionnaient automatiquement; à 7 heures, le courant a été » permanent; à $7^h 15^m$, la communication était devenue impossible; à $7^h 30^m$, le galvano- » mètre a été désaimanté et réaimanté instantanément en sens inverse; à $8^h 15^m$, l'influence » était insignifiante; à 9 heures, la communication a été rétablie. »

» Ainsi il est certain, d'après les observations faites sur ces trois points très-éloignés les uns des autres, qu'un renversement brusque et intense du courant a eu lieu vers $7^h 30^m$.

» A Diarbékir, de forts courants circulaient aussi sur les lignes télégraphiques.

» L'apparition de l'aurore boréale correspondait à un maximum de pression barométrique qui était de 770 millimètres et à un maximum de température nocturne, qui était de 5°,8. Celle du 24 octobre 1870 correspondait à un minimum de pression qui était de 751 millimètres et à un maximum de température de 11°,5. Celle du 5 avril 1870 correspondait à un maximum de pression qui était de 768,5 et à un maximum de température de 1°,8. »

M. F. Hamel adresse une Note sur l'emploi du permanganate de potasse titré, pour le dosage de l'acide sulfureux et des sulfites.

M. Toselli adresse une Note relative aux résultats obtenus au moyen de son *réfrigérateur dynamique*.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Edm. Becquerel.

M. Chatel adresse une Note relative à l'emploi du charbon de terre pulvérisé comme engrais.

M. E.-L. Moreau demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire qu'il a adressé récemment, sur la corrélation des forces.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 mars 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Observations relatives à l'insertion d'une Note de M. Renou au* Compte rendu *de la séance du 5 février* 1872; *par* M. Serret. Paris, 1872; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances hebdomadaires de l'Académie des Sciences;* t. LXXIV.)

*Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires; par* M. Ph. VAN TIEGHEM; 1[er] fascicule, Introduction. — I. *La racine.* Paris, 1871; in-8°.

*Biographie d'Aimé Bonpland, compagnon de voyage et collaborateur d'Al. de Humboldt; par* M. Ad. BRUNEL; 3[e] édition. Paris, 1871; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

*Observations cliniques sur l'*Eucalyptus globulus (Tasmanian blue Gum); *par* M. Ad. BRUNEL. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

*De l'état de la science dans la question des maladies infectieuses, fermentation, parasitisme; par* le D[r] PICOT. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

*L'*Eucalyptus globulus, *son importance en agriculture, en hygiène et en médecine; par* le D[r] GIMBERT (de Cannes). Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

*Recherches expérimentales sur les phénomènes consécutifs à l'ablation du cerveau et sur les mouvements de rotation; par* M. ONIMUS. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

*Fragments zoologiques* n° I. *Questions obscures relatives à l'*Hydractyma echinata, Flem., *et à l'*Alcyonium domuncula Lamk., *tous deux logeurs de pagures.* — N° II. *Notes spécifiques sur le genre* Polia, d'Orbigny (*solénacées*); *par* M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, 1872; in-8°. (Extrait des *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux;* t. XXVIII, 3[e] liv., 1872.)

*Proceedings of the London Mathematical Society;* n° 41, vol. IV. London, 1871; in-8°.

*Annales Academici* CIↃIↃCCCLXV-CIↃIↃCCCLXVI, CIↃIↃCCCLXVI-CIↃIↃCCCLXVII. Lugduni-Batavorum, 1870-1871; 2 vol. in-4°.

*Schweizerische meteorologische beobachtungen;* august, september 1870; januar, februar, marz 1871; 5 liv. in-4°.

*Nuevos metodos astronomicos para determinar la hora, el azimut, la latitud*

*y la longitud geograficas, con entera independencia de medidas angulares; absolutas por* Francisco DIAZ-COVARRUBIAS. Mexico, 1867; in-4°.

*Tratado de topografia y geodesia, con los primeros elementos de astronomia practica; por* Francisco DIAZ-COVARRUBIAS; tomo I, *Topografia;* tomo II, *Geodesia y Astronomia.* Mexico, 1869; 2 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

**M. le Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome LXXII de ses *Comptes rendus* (1er semestre de 1871) est en distribution au Secrétariat.

« **M. Élie de Beaumont** fait remarquer que ce volume et le précédent, par leur peu d'épaisseur, marqueront péniblement, dans la collection des *Comptes rendus*, la période du siége et de la Commune. Ils sont moins réduits cependant que ceux des deux semestres de 1848. Ils seraient peut-être plus minces encore que ces derniers, si les travailleurs scientifiques avaient mis moins d'activité à s'occuper de tout ce qui pouvait contribuer à la défense et à l'alimentation de Paris.

» A partir de la séance du 29 mai 1871, la reprise des travaux scientifiques s'est prononcée avec une rapidité singulière. Le tome LXXIII (2e semestre 1871) a 100 pages de plus que le tome LXIX (2e semestre 1869), et, malgré la sévérité de plus en plus grande que les circonstances financières contraignent à mettre dans l'acceptation des communications admises à prendre place aux *Comptes rendus*, le tome LXXIV (1er semestre 1872) ne semble pas devoir rester au-dessous du tome LXX (1er semestre 1870). »

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES CULTES adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République française approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *E. Rolland*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Piobert*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Rolland prend place parmi ses confrères.

BALISTIQUE. — *Note sur l'emploi simultané des appareils électriques à induction et des appareils de déformation des solides pour l'étude des lois de mouvement des projectiles et de la variation des pressions dans l'âme des bouches à feu; par* M. LE GÉNÉRAL MORIN.

« L'étude des effets, si complexes et si rapides que les substances explosives et la poudre en particulier exercent, soit dans l'intérieur des bouches à feu, soit sur les projectiles, a depuis longues années occupé les savants et les artilleurs les plus distingués. Il a été donné à l'illustre Piobert de résoudre scientifiquement cette question si délicate et de déduire de ces recherches des conséquences d'une grande utilité pour le service de l'artillerie. Mais il restait à trouver des moyens d'expérimentation directe qui, en dispensant de calculs longs et laborieux, permissent d'obtenir de ces effets des indications certaines, à l'abri des doutes que laissent trop souvent dans l'esprit les déductions le mieux fondées de la science.

» Dès l'année 1854 un officier d'artillerie, M. Martin de Brettes, dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, proposait l'emploi de l'étincelle d'induction pour obtenir des indications du passage des projectiles à travers des cadres placés à des distances connues. M. le capitaine Navez, en Belgique, M. le capitaine Vignotti, à Metz, et M. Schultz, en 1859, ont aussi eu recours aux mêmes moyens pour la détermination des vitesses initiales et pour l'étude des effets de la résistance de l'air. Plusieurs de ces savants officiers, et M. Schultz en particulier, avaient aussi indiqué la possibilité d'étudier, par de semblables appareils, la loi du mouvement des projectiles dans l'âme même des bouches à feu.

» Mais, jusqu'à ce jour, aucune série d'expériences complètes n'était parvenue à notre connaissance.

» D'une autre part, la détermination des pressions développées par les gaz produits pendant la déflagration des substances explosives essayée par

des moyens divers à l'étranger et en France n'avait été jusqu'à ces derniers temps que l'objet d'expériences partielles.

» Des essais, qui devaient conduire à des résultats d'une précision suffisante, basés sur les études de M. Tresca (1) relatives à l'écoulement des solides, avaient été, dès 1866, tentés en France par MM. de Reffye et Pothier. Ils avaient pour objet la détermination des efforts exercés par les gaz en différents points de l'âme de la pièce et sur la base du projectile lui-même par la compression et l'écoulement de cylindres en plomb, sous forme de jets tronçonniques. Ce procédé paraît susceptible de donner des résultats plus précis que ceux qui ont été jusqu'ici mis en usage. Malheureusement ces expériences ont été interrompues par les événements et n'ont pas encore été reprises, ce qui est surtout regrettable en ce moment où la question présente un intérêt d'autant plus grand qu'il s'agit à la fois d'augmenter les vitesses, les portées et le poids des projectiles.

---

(1) Je crois devoir compléter les indications générales qui précèdent par les détails suivants :

La propriété qu'ont les solides de s'écouler à la manière des liquides sous de fortes pressions, constatée par les belles expériences de M. Tresca, promettait une solution du problème plus favorable que celles qui avaient été essayées jusqu'alors. En 1866, l'application en fut proposée d'abord à M. le commandant de Montluisant, qui recherchait un moyen dynamométrique convenable, puis à M. le commandant de Reffye, pour ses essais sur la pièce de 7.

Des éprouvettes à piston furent disposées dans l'épaisseur de la paroi d'une bouche à feu à des distances rapprochées. Les premières expériences montrèrent que des cylindres en plomb placés à leur base étaient parfois expulsés en totalité par le canal cylindrique disposé pour leur écoulement par un orifice d'un diamètre moindre. M. de Reffye modifia le canal d'écoulement de l'éprouvette et le remplaça par un canal conique, dans lequel la résistance variait nécessairement d'une manière croissante.

Les charges nécessaires pour déterminer un écoulement conique de longueur donnée furent constatées au Conservatoire des Arts et Métiers par des expériences directes et montrèrent que ces longueurs étaient proportionnelles aux efforts correspondants, au moins dans la limite des essais à faire.

Les formules de la déformation justifièrent bientôt ce résultat et le moyen destiné à constater la pression maximum aux différents points de la paroi intérieure de l'âme fut ainsi réalisé dans des conditions de simplicité telles que MM. de Reffye et Pothier purent l'appliquer à la surface même du culot du projectile pour connaître la pression déterminée sur cette paroi au moment du développement du plus grand effort des gaz.

La grande régularité de résistance du plomb, la facilité de couler et de préparer dans une même masse de ce métal un très-grand nombre de cylindres homogènes pour une même éprouvette, la longueur relativement considérable des jets, donnent à ce moyen d'expérimentation une précision très-supérieure à celle des autres dispositifs employés jusqu'à ce jour.

» En attendant que ces recherches importantes, trop longtemps différées, soient reprises en France, il m'a paru utile de porter à la connaissance des physiciens, et surtout à celle des officiers d'artillerie l'ensemble des moyens analogues employés et des résultats obtenus dans des expériences récemment exécutées en Angleterre.

» Les résultats dont je me propose de parler dans cette Note sont principalement ceux qui font l'objet des rapports sommaires adressés au Secrétaire d'État de la guerre, en Angleterre, par la *Commission des substances explosives* (1).

» Nous devons la connaissance de ces documents importants à l'obligeance des officiers, membres de cette Commission, qui ont eu, en outre, la courtoisie de reconnaître qu'une partie des moyens d'observation qu'ils ont mis en usage leur avaient été suggérés par les recherches entreprises par l'artillerie française.

» Comme l'indique le titre de cette Commission, il n'est question dans ses rapports que des propriétés des matières explosives et en particulier des effets que produisent, dans les bouches à feu, certaines variétés de poudre.

» Je donnerai, dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, la traduction complète des premiers rapports sommaires de la Commission anglaise, et j'y renvoie pour la description des appareils employés.

» Dans ces recherches on a déterminé :

1° A l'aide d'un chronoscope électrique proposé par M. le capitaine A. Noble, de l'artillerie royale, la loi du mouvement du projectile dans l'âme. Cet appareil avec lequel on obtient, à l'aide de l'étincelle d'induction, des traces de mouvements qui s'accomplissent pendant quelques millièmes de seconde, permet d'apprécier la durée des trajets jusqu'à des 100 millièmes, et même, assure-t-on, jusqu'à des millioniémes;

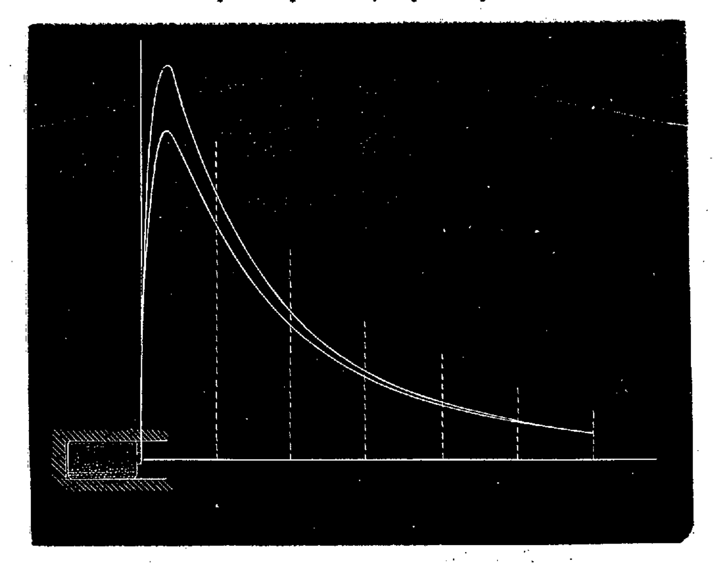
2° Les intensités variables de la tension des gaz depuis les premiers instants de l'inflammation jusqu'à la sortie du projectile. On s'est servi, à cet effet, d'un appareil dans lequel de petits cylindres en cuivre sont comprimés par l'action des gaz à des degrés différents et des observations préliminaires permettaient d'apprécier la relation des déformations avec les pressions qui les avaient produites.

---

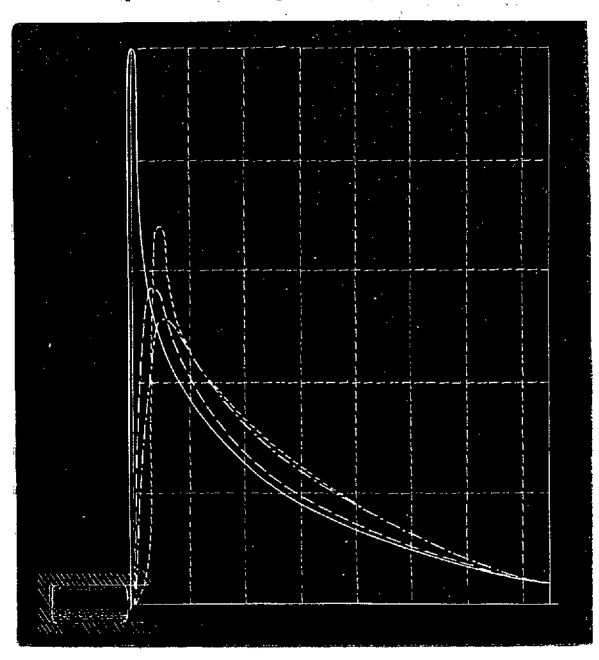
(1) Cette Commission était composée de MM. Jonghusband, colonel de l'artillerie royale; A. Noble et W. H. Noble, capitaines; F. A. Abel, chimiste; C. M. Molony, capitaine, et Morgan Singer, capitaine de la marine royale.

» Ce procédé, qui paraît avoir donné des résultats généraux satisfai-

Courbe théorique des pressions, d'après le général Piobert.



Courbe expérimentale des pressions (Commission anglaise).



sants, a fourni une vérification très-remarquable des lois que Piobert avait

trouvées pour la marche de ces pressions. On peut en juger en jetant un coup d'œil sur les figures qui représentent ces résultats, et sur le croquis autographe de notre illustre confrère, que je présente à l'Académie;

3° Enfin, soit par l'observation de la loi du mouvement du projectile, soit par l'emploi d'un chronoscope Navez-Leurs, on a déterminé les vitesses acquises aux différents points du parcours dans l'âme et à une petite distance de la bouche à feu.

» Tous les résultats de ces recherches sont représentés par des constructions graphiques et par des courbes dont la continuité seule indique déjà avec quelle régularité les appareils ont fonctionné.

» Mais comme les deux principaux, celui qui donne la loi du mouvement du projectile et celui qui fournit la loi des pressions des gaz sont tout à fait indépendants l'un de l'autre, et que cependant, si leurs indications sont exactes, elles doivent pouvoir se contrôler les unes par les autres, il m'a semblé utile de rechercher si, en réalité, l'on pouvait facilement parvenir à cette vérification.

» Tel est le but de la présente Note, dans laquelle, en partant de la représentation graphique des résultats fournis dans le Rapport de la Commission anglaise, j'ai cherché, par l'emploi des simples quadratures et de constructions élémentaires, à établir ce contrôle.

*Vérification des résultats obtenus par la Commission des matières explosives, par la discussion des tracés graphiques qui les représentent.*

» *Courbes de pressions observées.* — Ces courbes ont pour abscisses les longueurs d'âme parcourues par le projectile exprimées en pieds anglais, et pour ordonnées les pressions exercées par les gaz exprimées en tonnes, par pouce carré de la section de l'âme.

» Par conséquent, leur quadrature fournit la valeur du travail moteur exercé par les gaz, exprimée en tonnes anglaises de $1015^{kil},6$ élevées à 1 pied anglais de $0^{m},3088$.

» *Courbes des vitesses.* — Ces courbes ont aussi pour abscisses les longueurs d'âme parcourues exprimées en pieds anglais, et pour ordonnées les vitesses correspondantes aux mêmes positions du projectile exprimées en pieds parcourus en 1 seconde.

» Elles fournissent donc directement les vitesses à la sortie de la bouche à feu, et l'on peut en déduire la force vive imprimée, et par suite, le travail utile réalisé, dont la comparaison avec la valeur trouvée pour le travail moteur peut donner une idée du degré d'exactitude des moyens d'observation employés.

» En faisant cette comparaison pour les quatre poudres essayées, on trouve les résultats consignés dans le tableau suivant :

*Résultats de la comparaison du travail moteur déduit des courbes des pressions et des forces vives communiquées aux projectiles.*

| Espèce de poudre. | Travail moteur. | Travail utile. | Différence. | Proportion. |
|---|---|---|---|---|
| | km | km | km | |
| Poudre de service R. L. G.... | 674735 | 696161 | −21426 | −0,030 |
| Russe prismatique.......... | 746867 | 740164 | + 6703 | +0,009 |
| Pellet de service........... | 717078 | 710151 | + 5927 | +0,008 |
| Pebble n° 5............... | 796700 | 748891 | +47809 | +0,064 |
| | | Différence moyenne........... | | +0,051 |

» *Conséquences des résultats précédents.* — On voit de suite, par les nombres consignés dans le tableau, que les résultats des deux modes d'observation employés, mais différents et indépendants, concordent avec toute la précision que l'on peut désirer dans de semblables recherches.

» Il y a tout lieu de croire que, quand on aura recours, pour la mesure des pressions, à l'emploi des jets de plomb proposés par M. Tresca et déjà essayés, comme je l'ai dit, dans des épreuves préliminaires par M. de Reffye, on parviendra à des résultats encore plus précis que ceux que peuvent fournir l'appareil de Rodman ou l'appareil d'écrasement de la Commission anglaise.

» *Courbes des vitesses.* — L'examen de ces courbes montre de plus : 1° Que les vitesses initiales à la bouche de la pièce sont à peu près égales avec les quatre poudres essayées, mais qu'elles croissent beaucoup plus rapidement avec la poudre de service ordinaire (RLG) qui est à grains plus petits, qu'avec les trois autres ;

» 2° Que la longueur de 8 pieds ($2^m47$) avec un boulet de 15 pouces anglais ($0^m381$) de longueur et 8 pouces anglais ou $0^m203$ de calibre, égale à $\frac{2,47}{0,203} = 12.16$ fois le calibre et avec des charges égales à $\frac{1}{6}$ du poids du projectile suffit pour que ces charges de poudres, très-denses, soient presque complétement brûlées et produisent à peu près tout leur effet, puisqu'à cette longueur de parcours dans l'âme les vitesses ne croissent plus.

» Ce résultat est très-important, attendu que les canons de 24 français ont $\frac{3,086}{0,135} = 20$ fois le calibre, ce qui serait plus que suffisant pour obtenir la même égalité dans les vitesses.

» Il n'est pas inutile de faire remarquer que l'innocuité des poudres

d'une assez grande densité, mais à grains très-gros, tirées à des charges de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{5}$ au plus du poids du boulet, n'infirme en rien les conclusions déduites en 1834-36 par la Commission des principes du tir de Metz à la suite de ses expériences faites avec des poudres de densités analogues, mais à grains plus fins et tirées à des charges égales au tiers du poids du boulet.

» Les résultats obtenus par la Commission anglaise ont d'ailleurs complétement confirmé les vues que M. le général Didion avait émises dès 1863 sur les avantages que pouvait procurer l'emploi des poudres à gros grains dans un Mémoire auquel le gouvernement n'attacha pas alors l'importance qu'il méritait.

» *Courbes des lois du mouvement.* — Ces courbes montrent, par leur continuité, que le chronoscope de M. le capitaine Noble (1) est susceptible de donner des résultats très-satisfaisants, et permet de déterminer avec une précision remarquable la loi du mouvement d'un projectile dans l'âme d'une bouche à feu, quoique ce mouvement s'accomplisse parfois en moins d'un centième de seconde.

» Elles ont pour abscisses les longueurs d'âme parcourues par le projectile exprimées en pieds anglais, et pour ordonnées les temps correspondants exprimés en secondes.

» En les combinant avec les courbes des vitesses acquises après les mêmes temps ou les mêmes parcours, on peut en déduire d'autres courbes ayant pour abscisses les vitesses V, et pour ordonnées les temps T employés à acquérir celles-ci.

» Or l'inclinaison des tangentes à ces nouvelles courbes fournissant, pour chacun des points auxquels elles sont menées, la valeur de l'accélération du mouvement, il est facile d'en déduire celle des efforts correspondants exercés sur le projectile, et, par suite, celle de la pression développée par les gaz.

» De cette comparaison, il doit donc résulter un nouveau moyen de contrôler les résultats fournis par les courbes des lois du mouvement, par les courbes des pressions et par les courbes des vitesses.

» C'est ce que nous avons fait pour la poudre de service Pellet, tirée à la charge de 30 livres anglaises ou $13^{kg},602$ avec un projectile cylindrique de $81^{kg},612$.

» Le relèvement des éléments correspondants des courbes du mouvement et des vitesses nous a permis de former le tableau suivant :

(1) Il y a tout lieu de croire, d'après quelques résultats obtenus en 1869 et inédits, que l'appareil de M. Schultz donnerait des résultats au moins aussi précis.

*Poudre Pellet.* — Boulet n° 28; charge : 30 livres ($13^{kg},602$).

| Espaces parcourus. (pi a) | (m) | Temps correspondants. (s) | Vitesse en 1 seconde. (pi) | (m) |
|---|---|---|---|---|
| 0,1 | 0,0309 | 0,00078 | 180 | 55,58 |
| 0,2 | 0,0618 | 0,00120 | 505 | 94,18 |
| 0,3 | 0,0926 | 0,00145 | 405 | 125,06 |
| 0,4 | 0,1235 | 0,00175 | 485 | 149,77 |
| 0,5 | 0,1544 | 0,00195 | 545 | 168,29 |
| 1,0 | 0,3088 | 0,00275 | 770 | 237,78 |
| 2,0 | 0,6176 | 0,00385 | 980 | 302,62 |
| 3,0 | 0,9264 | 0,00480 | 1120 | 345,86 |
| 4,0 | 1,2352 | 0,00568 | 1215 | 375,43 |
| 5,0 | 1,5440 | 0,00647 | 1270 | 391,18 |
| 6,0 | 1,8528 | 0,00725 | 1315 | 406,07 |
| 7,0 | 2,1616 | 0,00805 | 1330 | 410,70 |

» En construisant la courbe dont les temps sont les abscisses et les vitesses les ordonnées, et en lui menant des tangentes en divers points, on a obtenu, par l'inclinaison de ces lignes, les valeurs de l'accélération $\frac{dv}{dt}$, et, par suite, celles de l'effort $\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}$ exercé sur le projectile, puis en divisant ces efforts par $324^{cq},29$, section de l'âme, on en a déduit la pression par centimètre carré.

» En mettant en regard les résultats de cette opération graphique avec ceux de l'observation directe des pressions faite par la Commission anglaise, on forme le tableau suivant :

*Résultats déduits de la courbe auxiliaire des temps et des vitesses.*

| Numéros d'ordre. | TEMPS écoulé depuis le départ. | ESPACE parcouru correspondant. | INCLINAISON des tangentes, ou accélération $\frac{dv}{dt}$. | PRESSIONS CALCULÉES totales $\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}$. | PRESSIONS CALCULÉES par centimètre carré. | PRESSIONS observées. | DIFFÉRENCES. | APPROXIMATION. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0'',0015 | 0m,093 | 95569 | 759134kg | 2452kg | 2716,7kg (1) | —265kg | — 0,010 |
| 2 | 0,0030 | 0,376 | 63536 | 522619 | 1630 | 1792,0 | — 58 | — 0,032 |
| 3 | 0,0040 | 0,670 | 49953 | 415609 | 1221 | 1192,0 | + 89 | + 0,083 |
| 4 | 0,0048 | 0,926 | 38904 | 323681 | 999 | 883,0 | +116 | + 0,131 |
| 5 | 0,0055 | 1,173 | 28625 | 238160 | 734 | 698,0 | + 36 | + 0,052 |
| 6 | 0,0065 | 1,559 | 18039 | 150084 | 463 | 465,0 | — 2 | — 0,004 |
| | | | | | | Écart moyen...... | | + 0,040 |

(1) Cette pression est celle qui correspond au sommet de la courbe.

» L'examen de ce tableau montre que, malgré les incertitudes que présentent nécessairement des constructions et des calculs faits d'après des planches lithographiées qui n'ont pas même la précision des représentations graphiques originales, il y a un accord très-satisfaisant entre les résultats des observations directes des pressions et ceux qu'on déduit des tracés.

» De l'ensemble de cette discussion des résultats obtenus par la Commission anglaise chargée d'étudier les effets des substances explosives, on peut conclure :

» 1° Que le chronoscope de M. le capitaine Noble ou d'autres appareils électriques analogues qui utilisent les indications de l'étincelle d'induction permettent de déterminer avec une précision suffisante pour l'étude des questions d'artillerie la loi du mouvement si rapide des projectiles dans l'âme des bouches à feu ;

» 2° Que l'appareil de compression muni de cylindres en cuivre que l'action du gaz déforme plus ou moins fournit sur l'intensité des pressions développées en différents points de la longueur de l'âme, des indications qui permettent de comparer les effets des diverses variétés de poudre et qui, dans leur ensemble, concordent avec les lois indiquées par Piobert ;

» 3° Que l'appareil analogue proposé, vers 1866, par M. Tresca, et dans lequel, au lieu des cylindres en cuivre on emploie des cylindres en plomb que la pression des gaz oblige à s'écouler sous forme de jets coniques, dont la longueur est en rapport direct et déterminé avec l'intensité maximum des pressions, donnerait des résultats bien plus précis encore, attendu que les jets de plomb atteignent des longueurs de plusieurs centimètres, ainsi que l'ont montré de premiers essais exécutés sous la direction de M. de Reffye ;

» 4° Que les méthodes graphiques indiquées plus haut permettent, par la quadrature des courbes des pressions et par la construction de la loi des vitesses du projectile, de vérifier *a posteriori* l'exactitude des indications fournies par les appareils et montrent le degré de confiance qu'on doit accorder aux conséquences que l'on en déduit ;

» 5° Enfin, que les conséquences et les expériences qui y ont conduit ont, pour l'étude des nouvelles bouches à feu et des poudres qu'il convient d'y employer, une telle importance, que l'on doit vivement désirer que des recherches analogues soient exécutées le plus tôt possible par une nouvelle Commission des principes du tir, à laquelle le Gouvernement donnerait les moyens les plus larges d'exécution et toute la liberté d'action nécessaire pour conduire à bonne fin ces études délicates et difficiles. »

---

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations relatives à la réponse faite par M. Pasteur, dans la séance précédente, à propos de la conservation des vins*; par **M. de Vergnette-Lamotte.**

« Dans la dernière séance de l'Académie, lorsque M. Pasteur me contestait le peu que j'ai fait dans la question si importante du chauffage des vins, j'ai cru devoir, pour établir mes droits, lire la phrase suivante, extraite de mon Mémoire de 1850 :

« Nous avons répété cette expérience (le chauffage en vases clos) sur d'autres vins, à l'époque de leur mise en bouteilles, et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés centigrades, à préserver les vins de qualité soumis à ces essais de toute altération ultérieure. »

» La phrase qui suivait se trouve dans les *Comptes rendus* du 24 février dernier, et la Note que je venais de communiquer à l'Académie avait eu surtout pour but de répondre aux critiques qu'elle avait soulevées.

» J'ai donc cru inutile de la lire à l'Académie, comme le demandait M. Pasteur, puisque cette lecture devait me conduire à répéter les conclusions de mon travail et à rentrer immédiatement dans un débat dont l'Académie paraissait fatiguée.

» Mon silence ayant été mal interprété, je viens aujourd'hui compléter ma citation. J'ajoutais donc ceci :

« Il n'en était pas de même pour les vins qui, d'une santé douteuse, ne présentaient pas cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas; dans ce cas ils ne résistent pas à cette épreuve. »

» Ainsi, déjà en 1850, je reconnaissais que si le chauffage pouvait s'appliquer utilement à la conservation de certains vins (les vins bien faits et naturels), il en était d'autres qui étaient altérés par cette opération.

» Ce que j'ai dit en 1850, je le répète encore aujourd'hui : le chauffage, pratiqué sans intelligence, compromet quelquefois la qualité des vins.

» Je pourrais, dans ma longue expérience, trouver plusieurs faits qui confirment ce principe; mais, pour en démontrer toute l'importance, je ne puis mieux faire que de reproduire devant l'Académie ce que, d'après des renseignements que je dois croire exacts, sont devenus quelques-uns des vins chauffés par la marine.

» Des vins du Midi, vinés à 13 degrés d'alcool et soumis au chauffage, ont été envoyés en 1869 au Gabon et en Cochinchine. Une partie de ces vins, revenus en France, a été soumise à la dégustation.

» Il a été reconnu qu'ils étaient presque entièrement décolorés et avaient pris une saveur désagréable et comme *pharmaceutique*.

» Un pareil fait porte avec lui de grands enseignements. En effet, si de semblables résultats ont été constatés, et cela avec des vins communs qui sont devenus impotables, on comprendra que certains vins fins, dont le prix réside principalement dans une franchise de goût absolue, puissent aussi être atteints dans cette franchise par le chauffage.

» N'ayant plus alors aucune valeur industrielle, ils sont tout autant perdus pour le commerce que s'ils avaient subi une des décompositions connues du vin.

» En disant les insuccès que donne le chauffage, insuccès déjà moins fréquents qu'autrefois, je suis loin de condamner le procédé.

» J'en ai, dans mon Mémoire de 1850, à plusieurs pages, et depuis, ailleurs, constaté et recommandé l'efficacité, surtout lorsqu'on opère sur des vins naturels, bien faits, sur des vins blancs, etc. Mais encore une fois, pour obtenir de bons résultats de cette opération, il ne faut pas seulement se préoccuper de la conservation du vin, c'est-à-dire le préserver des maladies connues qui l'atteignent, mais tenir compte encore de la conservation de sa qualité.

» Je répondrai peu de mots aux observations de M. Pasteur. Étudiant la question au point de vue des effets de la chaleur sur les vins et non au point de vue de leur conservation par le chauffage, conservation qui, pour moi, n'est plus en question depuis mon expérience de 1846 sur les vins de 1840, je recherchai, comme je le dis dans mon Mémoire de 1850, quelles conditions devaient remplir les vins destinés aux longs voyages. Ces essais ont rendu de grands services au commerce d'exportation; aussi, malgré les critiques de M. Pasteur, je continuerai à en conseiller l'emploi.

» On le voit, là encore, M. Pasteur a introduit une confusion qui fait la base de tout son raisonnement.

» En définitive, ce sont les parties les plus attaquées de mon Mémoire de 1850 qui ont peut-être le plus d'importance à mes yeux, puisque, à cette date déjà je disais qu'il y avait un choix à faire parmi les vins qui pouvaient être, utilement ou non, soumis au chauffage.

» L'emploi de ce procédé ayant pour résultat de remplacer les maladies connues du vin par d'autres effets favorables ou non au développement de ses qualités, c'est donc à l'étude de ces changements qu'on devra demander les conditions qui importent à la réussite du procédé.

» Quant aux effets de l'action prolongée du chauffage sur les vins

riches en alcool, je maintiens l'exactitude de tout ce que j'ai dit à ce sujet.

» En résumé, si l'Académie veut bien remarquer que ce Mémoire, qui a soulevé de si nombreuses critiques, a été publié il y a vingt-deux ans, elle m'accordera, je l'espère, qu'il avait déjà jeté quelque lumière sur cette question si neuve alors du chauffage des vins.

» Ainsi, après avoir confirmé le principe d'Appert, j'avais abaissé à 50 degrés la température du chauffage, température que j'avais d'abord portée à 95°C.

» Je signalais, dans ce travail, le grand défaut du chauffage qui dessèche et maigrit les vins.

» Enfin, après avoir fait mes réponses sur les effets nuisibles qu'il pouvait avoir sur certains vins, je disais qu'il m'avait toujours donné d'excellents résultats avec les vins blancs.

» Ces observations ont aujourd'hui la consécration du temps. Aussi l'Académie me permettra de lui dire, en terminant, que si, dans ce débat, j'ai fait tous mes efforts pour laisser de côté devant elle les questions personnelles et irritantes, j'entends ne rien abandonner de ce qui peut m'appartenir dans les travaux qui ont été publiés sur le chauffage des vins. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Réponse à la Communication précédente de M.* de Vergnette-Lamotte; *par* **M. Pasteur.**

« La question n'est pas de savoir si le procédé de conservation des vins par le chauffage est une pratique pouvant rendre de grands services, ou si, parmi les vins vinés et plus ou moins aérés, chauffés par la marine, il en est qui ont pu devenir maigres, se dépouiller de leur couleur pendant un voyage au Gabon ou en Cochinchine. Nous traitons une question de priorité soulevée par M. Thenard, en faveur de M. de Vergnette, à l'instigation de M. Fremy.

» Une seule chose importe, c'est de savoir si, en 1850, M. de Vergnette a conservé des vins par le chauffage. Je le nie de la manière la plus absolue et voici mes preuves (1).

(1) Il existe deux Mémoires de M. de Vergnette sur le chauffage. Le premier est de 1850, le second du 1er mai 1865. — Ce dernier étant postérieur à la première prise de date de mes études, le 11 avril 1865, je n'ai à m'occuper que de ce que dit le Mémoire de 1850, puisque seul il peut faire autorité dans le débat.

» Que dit M. de Vergnette pour appuyer ses prétentions? Il cite la phrase suivante de son Mémoire de 1850 :

« Nous avons répété cette expérience sur d'autres vins, à l'époque de leur mise en bouteille ; et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés C., à préserver de toute altération ultérieure les vins de qualité soumis à ces essais. »

» L'Académie n'a pas oublié qu'invité par moi et par plusieurs de nos confrères à lire la phrase suivante qui donne à celle qui précède son véritable sens, M. de Vergnette s'y est refusé. Je rétablis cette phrase :

« Il n'en était pas de même pour ceux qui, d'une santé douteuse, ne présentaient point cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas. Dans ce cas ils ne résistent point à cette épreuve. »

» Que signifient donc ces mots de la première phrase : *J'ai réussi à préserver des vins de qualité de toute altération*. Ils signifient que les vins étaient *d'une santé non douteuse*, robustes, c'est-à-dire susceptibles de se conserver naturellement. Dans ce cas, dit M. de Vergnette, l'épreuve de la chaleur ne les altère pas; mais si les vins *ont une santé douteuse*, *ne présentant point une composition sans laquelle ils ne se conservent pas*, l'épreuve de la chaleur les altère. Tout ceci repose sur des erreurs; mais passons.

» *Nous verrons plus tard*, poursuit M. de Vergnette, *quel parti on peut tirer de ces observations*. Lisons donc aux pages 523 et 524 du recueil où se trouve le Mémoire de M. de Vergnette quel est ce parti qu'il a tiré de ses observations sur le chauffage, observations erronées, je le répète.

« Nous savons que les voyages dans les pays chauds produisent sur les vins le même effet que la chaleur d'un bain-marie ou celle d'un four, dans les limites de 60 à 70 degrés centigrades. Si donc, après avoir soumis à la congélation les vins qui doivent être exportés, nous en exposons dès qu'ils sont devenus assez limpides pour être tirés en bouteilles UN ÉCHANTILLON à l'action de la chaleur, nous pouvons, *dans le cas où ils résistent à cette épreuve, et si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut*, en conclure qu'ils résisteront aussi à toutes les fatigues des plus longs voyages. »

» La chaleur était donc pour M. de Vergnette une épreuve qu'il faisait subir aux vins, sur des échantillons, pour savoir si elle les altérait séance tenante. Par exemple : un propriétaire de vins qui doit faire une expédition a un grand intérêt à ne livrer que des vins qui se comporteront bien ultérieurement. Eh bien, dit M. de Vergnette, que ce propriétaire chauffe des *échantillons* de ces vins. S'il en est parmi ces échantillons qui résistent à l'épreuve du chauffage, les vins correspondants sont robustes, on peut les

expédier. S'ils ne résistent pas à cette opération du chauffage, c'est qu'ils sont d'une santé douteuse, et il ne faut pas les livrer. Encore une fois, cela est erroné. Si l'on pouvait, en effet, connaître *a priori* quels sont les vins qui ont une santé douteuse, il faudrait précisément leur appliquer la pratique du chauffage préalable avant de les livrer. M. de Vergnette-Lamotte n'a donc pas conservé, en 1850, une seule goutte de vin par le chauffage. Cela a la clarté de l'évidence.

» Dans le résumé qui termine son Mémoire, on retrouve mieux précisé encore ce caractère d'*épreuve* qu'il prétend faire subir à des échantillons de vins en les chauffant, épreuve complétement illusoire, puisqu'elle repose sur une erreur capitale, comme je viens de le dire.

» Voici ce résumé. On lit p. 524 du Mémoire de 1850 :

» En résumé, nous n'admettons pas que les vins doivent, pour être expédiés au dehors, subir aucun conditionnement qui entraîne avec lui l'addition de substances étrangères.

» Pour nous, il n'est qu'une manière rationnelle d'améliorer les vins qui doivent faire de longs voyages, *c'est de les concentrer par la congélation...*

» Les vins qui ont voyagé dans les pays chauds présentent tous les caractères des vins que l'on soumet artificiellement, dans les limites de 60 à 70 degrés centésimaux, à la chaleur d'un four ou à celle d'un bain-marie. *Si, après avoir soumis à cette épreuve quelques échantillons des vins que l'on veut exporter, on reconnaît qu'ils y ont résisté, on pourra, en toute sécurité, les expédier; dans le cas contraire, on devra s'en abstenir.* »

» Parlons maintenant des droits d'Appert dans la question : je les ai revendiqués le premier, et je lui ai rendu la justice que M. de Vergnette lui a refusée en 1850. Le nom d'Appert n'est cité qu'une seule fois par M. de Vergnette-Lamotte; voici dans quels termes :

« Ne peut-on pas, en outre, s'assurer *à priori* si les vins résisteront aux fatigues qui résultent de leur envoi dans les pays chauds?

» J'ai observé, il y a quelques années, un fait assez important qui contribuera singulièrement à éclaircir la question. Souvent obligé, dans le moment de la récolte, de conserver, par la méthode Appert, des moûts destinés à des expériences qui ne pouvaient être faites que plus tard, *j'ai* AUSSI *appliqué ce procédé à des vins de différentes qualités.* »

» M. de Vergnette-Lamotte s'attribue donc dans cette dernière phrase le mérite d'avoir le premier appliqué la chaleur aux vins, tandis que ce mérite revient à Appert. Mais Appert, tout en affirmant la conservation, ne l'avait pas démontrée, et ce n'est pas devant cette Académie qu'il est besoin d'insister sur la différence qui sépare une affirmation d'une preuve. (*Voir* à ce sujet la Note de M. Balard.)

» On se prend aujourd'hui d'une belle passion pour les droits d'Appert;

c'était en 1850 qu'il fallait les rappeler non pour les moûts, mais pour les vins, et surtout quand il s'est agi de l'expérience dont parle M. de Vergnette sur le vin blanc, expérience qui est la reproduction textuelle de celle d'Appert, sans la mention de son nom et sans la démonstration qui a manqué également à l'expérience de cet éminent praticien.

» En résumé, Appert, ainsi que je l'ai publié le premier dans nos *Comptes rendus* (séance du 4 décembre 1865), a affirmé la possibilité de la conservation des vins par le chauffage, mais il ne l'a pas démontrée. M. de Vergnette, en 1850, s'est attribué le mérite qui revient à Appert d'avoir le premier appliqué la chaleur aux vins, et il a obscurci complétement la question par des erreurs palpables. J'ai, le premier, non-seulement démontré la conservation possible de tous les vins naturels, les plus communs comme les plus fins, par une action préalable de la chaleur, à 60 degrés, ne fût-ce que pendant une minute; j'ai donné, en outre, la théorie complète de cette pratique. En France comme à l'étranger, le temps et la raison ont déjà fait justice de toutes les assertions contraires. En Bourgogne notamment, je sais que l'on s'étonne des prétentions de M. de Vergnette et des affirmations gratuites de son ami M. Thenard, qui a cru pouvoir traiter *ex abrupto*, devant le Conseil général de la Côte-d'Or, en 1869, une question de priorité, n'ayant qu'une connaissance très-insuffisante du sujet. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Réponse à la Communication faite par M. Pasteur, dans la séance précédente; par* **M. Thenard**.

« Dans la dernière séance M. Pasteur a dit :

« Il me vient à la pensée un argument : Puisque M. Thenard trouve que M. de Vergnette a des droits à la priorité de l'invention du chauffage, pourquoi donc dans le Rapport qu'il a lu en 1865, à l'Académie, sur les titres de cet œnologue à la place de correspondant, pourquoi, dis-je, M. Thenard n'a-t-il pas dit un seul mot du travail de 1850, de M. de Vergnette, concernant le chauffage des vins? C'est qu'à cette date je n'avais rien publié encore sur la question du chauffage et son importance pratique. »

» Et M. Pasteur a reproduit cette phrase dans les *Comptes rendus* (18 mars).

» Voici ma réponse :

» Je m'étonne d'abord que M. Pasteur dévoile ce qui s'est passé en comité secret.

» Quant à mon silence, je m'explique. Lorsqu'un rapporteur se présente devant l'Académie, il doit, s'il se respecte, éliminer des titres du candidat ce qui, avec une certaine vraisemblance pourrait être plus ou moins con-

testé. Or, au temps ou se reporte M. Pasteur, qu'y avait-il d'acquis à la question? C'est que Appert par sa méthode (le chauffage en vase clos à 70 degrés) préservait les vins des maladies auxquelles, sans le chauffage, ils sont naturellement sujets; mais il les rendait sujets à d'autres maladies commercialement tout aussi dangereuses.

» C'est ce qu'avait discerné M. de Vergnette dans son Mémoire de 1850; mais, à côté de titres considérables, fallait-il produire cette nuance? C'était évidemment notre droit, mais il ne nous a pas paru utile de le faire valoir; on aurait pu nous objecter, non sans raison, Appert, l'inventeur du principe, et devant une assemblée moins bien préparée alors qu'aujourd'hui à sentir l'importance réelle de ces délicatesses, nous aurions pu ne pas être compris.

» Maintenant, pourquoi ai-je gardé le silence depuis le 1er mai 1865, jour de la présentation du dernier Mémoire de M. de Vergnette, celui où il fixe le degré de température qu'on ne doit pas dépasser, jusqu'à la fin d'août 1869? C'est parce que, pendant toute cette période, je comptais que le temps et la raison feraient la part d'Appert, de M. de Vergnette et de M. Pasteur. Ceci explique le silence auquel mon amitié avait jusque-là contraint M. de Vergnette, lorsque tout à coup il m'a fallu répondre au discours de M. le Maréchal Vaillant, qui, ignorant peut-être les travaux d'Appert et de M. de Vergnette, est venu devant la Bourgogne étonnée élever un piédestal à M. Pasteur.

» Ce n'est donc qu'à regret que je suis entré dans cette discussion, où la science n'a rien à gagner, et des hommes de mérite beaucoup à perdre; mais, puisque je suis contraint à parler, je dois dire ce qui pour moi est la vérité. »

« **M. Delaunay** annonce à l'Académie qu'une nouvelle planète a été découverte à Bilk, par M. Luther, dans la nuit du 15 au 16 mars, à 1 heure du matin. Cette planète est de 11e grandeur. Voici la position que M. Luther a obtenue de cette planète, pour le 15 mars, $14^h 18^m 59^s,6$, temps moyen de Bilk.

| | |
|---|---|
| Ascension droite.......... | $12^h\ 7^m 26^s,73$ |
| Déclinaison............. | $+10^\circ\ 17'\ 26'',5$ |

» La comparaison de cette observation avec une autre faite le 21 mars, à Berlin, par le Dr Tietjen, a donné pour le mouvement diurne :

En asc. dr., $-60^s,6$; en déclin., $+3',8$.

» M. Luther, dans le cas où la priorité de la découverte lui resterait, propose le nom de *Peitho*, pour la nouvelle planète. »

PHYSIQUE. — *Sur les dégâts produits par la foudre, à Alatri, en frappant un paratonnerre.* Note du **P. Secchi.**

« Rome, ce 20 mars 1872.

» Parmi les publications que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie et qui contiennent les résultats de recherches relatives au Soleil et à quelques autres sujets (1), je prends la liberté de lui signaler la Note relative au cas de foudre constaté à Alatri : il est très-intéressant à cause des accidents qu'il a produits, et qui sont semblables à ceux sur lesquels M. de Fonvielle a rappelé l'attention dans les *Comptes rendus*.

» L'énorme décharge d'Alatri, survenue pendant une nuit très-orageuse (2), est la troisième qui frappa le paratonnerre dans la même nuit : elle a produit des effets extraordinaires (3).

» 1° Elle a fondu la pointe en cuivre du paratonnerre, jusqu'au diamètre de 11 millimètres : le cuivre a coulé comme de la cire et est resté adhérent à la tige.

» 2° Cette pointe était munie réellement de deux conducteurs (nous les appelons *spandenti*) en pleine règle, reliés ensemble sur les toits, et garnis de pointes de cuivre ensevelies dans le charbon; on les a retrouvés intacts, comme à l'époque de l'installation : chacun des conducteurs ainsi ensevelis a une longueur de 4 mètres, et est garni de larges pointes et d'un gros fil de cuivre métallique entortillé, pour augmenter la surface de contact avec le charbon. Malgré cela, la décharge a éprouvé l'influence des tuyaux conducteurs de l'eau, et l'étincelle a jailli de l'extrémité du conducteur enseveli sur le tuyau, en franchissant la distance de 10 à 12 mètres, et creusant une tranchée rectiligne de cette extrémité aux tuyaux du château d'eau voisin (4).

» 3° Le tuyau le plus voisin a été frappé et a éclaté en plusieurs pièces qui ont été lancées à distance, malgré l'eau dont il était plein, et qui a

(1) Voir les titres de ces diverses publications au Bulletin bibliographique.

(2) Nuit du 2 novembre 1871.

(3) Ce paratonnerre a été foudroyé plusieurs fois, toujours, et même la dernière, sans aucun dommage à la cathédrale sur laquelle il a été placé sous ma direction.

(4) Ces tubes n'existaient pas à l'époque de l'installation des paratonnerres.

immédiatement cessé d'arriver à Ferentino. Cette conduite avait une longueur de 12 kilomètres; il semblait donc qu'elle devait offrir une surface suffisante : il n'en a rien été.

» 4° Une portion de la décharge s'est portée sur un autre tuyau qui se termine au même château d'eau et se dirige dans la ville, en traversant un large réservoir. Dans ce trajet, elle a lancé en l'air des tampons qui fermaient les tuyaux et la foudre s'est déchargée dans une boîte métallique de division de l'eau, en déformant les grilles de plomb (que nous appelons *cipolle*) destinées à empêcher le passage des objets étrangers dans les tuyaux. Tout cela, malgré que ces deux tuyaux soient en communication avec un troisième, de 15 centimètres de diamètre et 15 kilomètres de longueur.

» Sans doute la décharge a été exceptionnellement forte, mais enfin il n'est pas rare d'en observer de semblables dans nos contrées. Le fait de l'étincelle éclatant dans la boîte de division de l'eau rappelle les décharges survenues dans les compteurs à gaz, dont parle M. de Fonvielle, car, en ces points, la continuité métallique est interrompue.

» Le fait le plus singulier est la rupture du tuyau de conduite de Ferentino : il paraît pouvoir s'expliquer par l'énorme chaleur développée par la décharge, laquelle aurait produit une quantité de vapeur d'eau capable de déterminer l'explosion. Un fait semblable est arrivé à Civita Lavinia, dans une grande cloche qui, frappée par la foudre, a été trouvée brisée, sans doute à cause de l'énorme élévation locale de température au point frappé par la décharge; en ce point, le métal avait été fondu jusqu'à couler; la cloche se serait donc brisée comme se brise un verre au contact d'un fer rouge. Peut-être pourrait-on penser que le tube de Ferentino s'est brisé de la même manière, sans explosion : mais alors comment les pièces auraient-elles été lancées? Je crois la première explication plus probable.

» Ces faits font voir combien il faut avoir de circonspection lorsqu'on réunit des tuyaux aux paratonnerres, ou qu'on les place simplement dans le voisinage. Je crois qu'on devrait placer les conducteurs de paratonnerres aussi loin que possible des tuyaux à gaz. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BALISTIQUE. — *Considérations théoriques ayant trait à l'artillerie rayée. Effets de la résistance de l'air sur un solide de révolution animé d'un mouvement de rotation simultanée.* Mémoire de **M. V. Albenque.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Morin, Vaillant, Phillips.)

« *Conclusions.* — Dès l'instant qu'un projectile est animé d'un mouvement de rotation, son axe se sépare de la tangente à la trajectoire, et, par l'effet de la résistance de l'air, se met à décrire autour de cette tangente une surface conique. Si le projectile est de forme allongée et tourne autour de son grand axe, il se présente toujours obliquement à la résistance de l'air et lui offre plus de prise; la trajectoire sera donc déjà moins tendue que si le projectile restait couché sur la ligne courbe parcourue par son centre de gravité.

» Pour la même vitesse de translation, la résistance de l'air augmente avec la vitesse de rotation. Donc, avec la même vitesse initiale, la trajectoire sera d'autant plus courbe que la vitesse de rotation sera plus grande.

» La dérivation venant se combiner avec le mouvement conique de l'axe fait décrire une sorte de spirale au centre de gravité; le chemin parcouru par le projectile se trouvera dès lors plus grand que le chemin efficace; la courbure de ce dernier chemin ou la trajectoire pratique sera donc plus prononcée. Or, comme à vitesse de translation égale, les phénomènes se développent dans le sens de la vitesse de rotation, la trajectoire pratique sera d'autant plus courbe, à vitesse initiale égale, que le projectile tournera plus vite.

» Outre ces inconvénients très-sérieux, comme en pratique il faut recourir à des mouvements de rotation très-rapides, on tombe dans une grande perplexité quant à la forme à donner au projectile : si la pointe s'allonge, la spirale décrite se raccourcit et se rétrécit, la justesse augmente et la portée diminue; si la pointe se raccourcit, la spirale est longue, mais ample; il y a dès lors sacrifice sous le rapport de la justesse, et avantage sous le rapport de la portée.

» Tous ces faits sont justifiés par l'expérience.

» En résumé, l'idéal à réaliser serait un projectile de forme allongée, restant constamment tangent à la trajectoire décrite par son centre de gravité; or, non-seulement le mouvement de rotation est loin d'avoir permis

d'atteindre ce résultat, mais encore il est certain qu'avec lui on ne l'atteindra jamais. »

M. Bouvard adresse un Complément à la Note qu'il a présentée récemment à l'Académie, sur deux propositions de Géométrie élémentaire.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Lezurier adresse une Note relative à la Théorie des parallèles.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Chamard soumet au jugement de l'Académie trois Mémoires relatifs à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Bachelder adresse une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Roblin adresse une nouvelle rédaction de son second Mémoire sur « l'ère des antédiluviens et la véritable longueur de l'année astronomique ».

On fera savoir à l'auteur que, la Commission chargée d'examiner ce travail ayant jugé qu'il n'était pas de nature à faire l'objet d'un Rapport, il pourra, s'il le juge convenable, faire reprendre les trois Mémoires au Secrétariat.

M. L. Dalemagne adresse une Lettre concernant les résultats qu'il a obtenus dans la silicatisation des matériaux calcaires.

Cette Lettre sera soumise, conformément au désir exprimé par l'auteur, à la Commission des Arts insalubres.

## CORRESPONDANCE.

M. Airy, nommé Associé étranger dans la séance du 26 février en remplacement de *Sir John Herschel*, adresse à l'Académie l'expression de sa reconnaissance.

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *O. Linder*, intitulée « Des dépôts lacustres du vallon de Saucats » ;

2° Les trois premiers numéros du « Journal de physique théorique et appliquée » publié par M. *J. Ch. d'Almeida;*

3° Le deuxième fascicule du « Cours de physique à l'usage des élèves de la classe de mathématiques spéciales » par MM. *Brisse* et *André*.

**M. le Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie une Lettre de M. *Gauldrée-Boilleau*, ministre de France au Pérou, contenant l'annonce de plusieurs secousses de tremblement de terre, pendant le mois de janvier dernier, à Lima, au Callao et à Arequipa.

Cette Lettre contient un extrait de *la Bolsa* d'Arequipa, donnant sur la secousse du 10 janvier les renseignements suivants :

« Dans la nuit du 10 janvier, à $7^h 17^m$, on ressentit une forte secousse, accompagnée d'un bruit souterrain ; le mouvement dura plus d'une minute et demie, faisant sortir de leurs maisons les habitants qui remplirent en un instant les rues. Un quart d'heure après, nouvelle secousse et nouvelle frayeur des habitants. On en eut encore trois autres, à des intervalles de six à huit minutes, un peu moins fortes que les deux premières, de $7^h 50^m$ à environ 9 heures. Il ne paraît pas qu'il y ait de dégâts dans les bâtiments.

» On remarquera peut-être que ces mouvements, qui ont eu lieu de neuf à dix heures après la nouvelle lune, coïncident avec une des plus fortes marées de cette année.

» Dans cette même soirée, on avait pu voir qu'il y avait un orage vers le nord-nord-est, et, dans la nuit, on eut dans la ville une pluie que rien ne semblait annoncer.

» Les trois jours précédents, l'air était très-chaud. »

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination des brachistochrones.* Note de **M. Bresse**, présentée par M. Phillips. (Extrait par l'auteur.)

« La méthode que j'emploie est analogue à celle au moyen de laquelle Jacques Bernoulli résolut le problème posé par son frère Jean : seulement je considère, au lieu d'un point pesant, un point soumis à des forces quelconques, avec cette seule condition qu'il existe des surfaces de niveau et une fonction des forces. M'appuyant sur le résultat connu du problème de minimum de Fermat, j'en conclus très-simplement : 1° que la brachistochrone doit avoir son plan osculateur sans cesse normal aux surfaces de niveau, à chaque point de rencontre ; 2° que la force accélératrice totale est égale à la force normale à la surface de niveau, mais que ces deux forces

sont symétriquement situées par rapport à la tangente à la trajectoire, la première du côté de la concavité, la seconde au dehors. Cela conduit aux équations différentielles de la courbe demandée, savoir, quand l'arc $s$ est pris pour variable indépendante,

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{v\,dv}{ds}\frac{dx}{ds} &= X + v^2\frac{d^2x}{ds^2},\\ \frac{v\,dv}{ds}\frac{dy}{ds} &= Y + v^2\frac{d^2y}{ds^2},\\ \frac{v\,dv}{ds}\frac{dz}{ds} &= Z + v^2\frac{d^2z}{ds^2}.\end{aligned}\right.$$

Si la variable indépendante est le temps $t$, il faut poser

$$\frac{\frac{d^2x}{dt^2}+X}{\frac{dx}{dt}} = \frac{\frac{d^2y}{dt^2}+Y}{\frac{dy}{dt}} = \frac{\frac{d^2z}{dt^2}+Z}{\frac{dz}{dt}},$$

équations qui, jointes à celle des forces vives

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2+\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = 2\int(X\,dx+Y\,dy+Z\,dz)+H,$$

suffisent pour définir les trois coordonnées $x$, $y$, $z$ en fonction du temps.

» Ces équations générales s'intègrent très-facilement d'abord dans le cas de la pesanteur. Je montre qu'on peut les intégrer aussi dans le cas d'une force centrale quelconque, fonction de la distance du point à un centre fixe. Alors on a, F désignant la force et $r$ la distance,

$$v\,dv = F\,dr \quad \text{et} \quad v^2 = 2\int F\,dr + H,$$

ce qui donne $v$ en fonction de $r$. Ensuite si, après avoir pris le centre fixe d'action pour origine des coordonnées, on déduit des équations (1) les valeurs des moments $Zy - Yz$, $Xz - Zx$, $Yx - Xy$, qu'on sait d'avance être nuls, on arrive à trois équations immédiatement intégrables, et l'intégration donne, A, B, C étant trois constantes arbitraires,

$$(2)\quad y\frac{dz}{ds} - z\frac{dy}{ds} = Av,\quad z\frac{dx}{ds} - x\frac{dz}{ds} = Bv,\quad x\frac{dy}{ds} - y\frac{dx}{ds} = Cv.$$

On en conclut sans peine

$$Ax + By + Cz = 0,$$

d'où il résulte que la courbe est dans un plan passant par l'origine, chose qu'il est d'ailleurs bien facile de démontrer *à priori* et sans calcul. Ce plan

étant pris pour plan des $xy$, et $\theta$ désignant l'angle du rayon $r$ avec un axe polaire fixe dans ce plan, la troisième équation (2) devient

$$r^2 d\theta = C v^2 dt,$$

et comme, d'autre part,

$$dr^2 + r^2 d\theta^2 = v^2 dt^2,$$

on en tire, par l'élimination de $dt$,

$$d\theta = \frac{C v\, dr}{r\sqrt{r^2 - C^2 v^2}},$$

et enfin, puisque $v$ est une fonction connue de $r$,

$$\theta = C \int \frac{v\, dr}{r\sqrt{r^2 - C^2 v^2}} + \text{const.};$$

c'est l'équation polaire de la brachistochrone cherchée.

» Je termine en indiquant quelques applications particulières de cette dernière équation. »

GÉOMÉTRIE. — *Recherches géométriques sur le contact du* 3^e^ *ordre de deux surfaces*. Note de **M. A. Mannheim**, présentée par M. Serret.

« Depuis les travaux de M. Dupin, la théorie des contacts des surfaces n'a guère fait de progrès. Les recherches géométriques ou analytiques sur ce sujet ont été poursuivies dans la voie même adoptée par M. Dupin, et qui avait permis à ce géomètre d'étudier d'une façon si lumineuse ce qui concerne le contact du 2$^e$ ordre. Si l'on n'est pas allé au delà, c'est que déjà, pour étudier le contact du 3$^e$ ordre, on doit faire intervenir une surface comparatrice de cet ordre ou bien, en employant une indicatrice, on doit prendre une courbe du 3$^e$ ordre. Or, à mon avis, ni les courbes ni les surfaces du 3$^e$ ordre ne sont encore assez familières aux géomètres pour pouvoir être employées pour un tel objet.

» Reportons-nous aux deux procédés employés pour l'étude du contact des courbes planes. La marche suivie par M. Dupin est analogue au procédé qui consiste à comparer une courbe en un de ses points, soit à une circonférence de cercle, soit à une parabole osculatrice, soit à une conique surosculatrice, etc.

» L'autre procédé, dans lequel on fait usage des développées successives et de leurs centres de courbure, n'a pas été étendu encore au cas de l'espace. On avait pourtant, pour se guider dans cette extension, l'analogie

qui existe entre la développée d'une courbe plane et la surface des centres de courbure principaux d'une surface. Les nappes de la surface des centres de courbure d'une surface sont, en effet, tangentes aux normales de cette surface, comme la développée est tangente aux normales de la courbe à laquelle elle correspond.

» Dans les deux cas, les points de contact de ces normales sont des centres de courbure. Cette analogie n'est pas suffisante, puisque aux centres de courbure situés sur la normale d'une surface il faut encore joindre les directions des sections principales.

» Ce complément indispensable s'obtient immédiatement si l'on assimile aux normales d'une courbe les surfaces, lieu de normales à une surface que j'ai appelées *normalies*. La normalie à une surface (S), qui contient la normale A au point $a$ de cette surface, est en effet tangente aux nappes de la surface des centres de courbure de (S), et les plans tangents en ces points à ces nappes sont les plans des sections principales de (S) pour le point $a$. Si de ces points de contact on élève respectivement les normales B et C à ces deux nappes, ces droites seront des normales communes à toutes les normalies dont les directrices sont tracées à partir du point $a$ sur (S).

» Ces deux droites B et C constituent pour moi, dans l'espace, un élément analogue au centre de courbure d'une courbe plane. Leur connaissance suffit pour étudier ce qui est relatif à la courbure de (S) au point $a$, comme je l'ai montré dans ma Communication du 26 février 1872.

» Je me propose aujourd'hui de faire voir que, pour étudier ce qui est relatif au contact de deux surfaces, lorsque ce contact est du 3e ordre, il suffit d'adjoindre aux droites dont je viens de parler des droites tout à fait analogues et qui se rapportent aux nappes de la surface des centres de courbure de (S).

» En terminant mon *Mémoire sur les pinceaux de droites*, j'annonçais que, pour étudier plus intimement la courbure d'une surface autour d'un point, on serait conduit à adjoindre aux droites telles que B et C de nouveaux couples de droites. Le travail actuel vient prouver aujourd'hui l'exactitude de cette précision.

» La voie que je vais suivre a donc sur celle qu'avait adoptée M. Dupin l'avantage que, tandis que cet illustre géomètre, dans l'étude du contact des surfaces, devait faire usage successivement de courbes dont le degré allait en croissant, je n'ai que de nouveaux couples de droites à introduire.

» J'aborde maintenant la démonstration des théorèmes qui font l'objet de cette Note.

» 1. M. Dupin a démontré que :

» Théor. I. — *Dès que deux surfaces sont osculatrices en un même point, dans trois de leurs sections différentes, mais arbitraires, elles le sont encore dans toutes les sections possibles faites à partir du point de contact par une surface coupante quelconque.*

» Ce théorème se généralise immédiatement ainsi :

» Théor. II. — *Dès que deux surfaces ont en un même point un contact du 3e ordre dans quatre de leurs sections différentes, mais arbitraires, elles ont encore le même contact dans toutes les autres sections possibles faites à partir du point de contact par une surface coupante quelconque* (*).

» Ce théorème se démontre simplement en considérant les courbes d'intersection faites dans les deux surfaces par des plans sécants infiniment voisins du point de contact.

» 2. Théor. III. — *Dès que deux surfaces, passant par un même point $a$, admettent trois normalies respectivement osculatrices entre elles, ces deux surfaces ont en $a$ un contact du 3e ordre.*

» Ce théorème se démontre comme le précédent, en coupant par des plans infiniment voisins du point $a$. On projette respectivement sur ces plans les normalies qui ont pour directrices les courbes d'intersection des surfaces par ces plans, et l'on fait usage de ce théorème : le contour apparent d'une normalie sur le plan de sa courbe directrice est osculateur de la développée de cette courbe. On arrive ainsi à voir que les développées des sections faites dans les deux surfaces par un plan quelconque passant en $a$ sont osculatrices, et qu'alors les courbes d'intersection ont entre elles un contact du 3e ordre. Ceci étant vrai pour un plan quelconque passant par $a$, les deux surfaces ont aussi en ce point un contact de 3e ordre.

» 3. Il résulte, comme on sait, du théorème de Meusnier, que les centres de courbure de toutes les sections faites dans une surface par des plans passant par une même tangente à cette surface et qui correspondent au point de contact de cette tangente sont sur une circonférence de cercle. Voici un théorème nouveau de même nature :

» Théor. IV. — *Les centres de courbure des développées de toutes les sec-*

---

(*) Ce théorème, ainsi que certains autres parmi ceux qui vont suivre, est susceptible d'être étendu au cas d'un contact du $n^e$ ordre; mais, dans ce travail, mes énoncés se rapporteront simplement au contact du 3e ordre.

*tions faites dans une surface par des plans passant par une même tangente à cette surface, et qui correspondent au point de contact de cette tangente, sont sur une ellipse.*

» Pour démontrer ce théorème, il suffit de faire voir, en admettant la conséquence du théorème de Meusnier que je viens de rappeler, que ces centres de courbure sont dans un même plan.

» Appelons $a$ le point de contact de la tangente $at$ par laquelle on mène les plans sécants, $\alpha$ le centre de courbure de l'une des sections faites dans (S) par l'un de ces plans, et $\gamma$ le centre de courbure correspondant de la développée. Prolongeons $\gamma\alpha$ et portons à partir du point $\alpha$ une longueur égale à $\frac{\gamma\alpha}{3}$. Désignons par $l$ l'extrémité du segment ainsi obtenu. La droite $al$ est le diamètre des coniques ayant avec la section que nous considérons un contact du troisième ordre, comme cela résulte d'un théorème dû à Maclaurin.

» La droite $al$ a été appelée par M. Transon *l'axe de déviation; les droites telles que $al$, que l'on obtient en considérant tous les plans sécants menés par $at$, sont dans un même plan.*

» Cette propriété, à laquelle M. Transon est arrivé analytiquement, étant démontrée, on en déduit tout de suite que les droites telles que $a\gamma$ appartiennent aussi à un même plan. Voici, d'après M. Laguerre, une démonstration géométrique très-simple de la propriété due à M. Transon. Prenons sur (S) un point $a_1$, infiniment voisin de $a$, et menons $a_1 a_2$ parallèlement à $at$. Cette droite coupe de nouveau (S) au point $a_2$. Désignons par $m$ le point milieu de $a_1 a_2$. Menons aux extrémités de cette corde des plans tangents à (S), et appelons T la droite d'intersection de ces deux plans. Tout plan mené par la corde $a_1 a_2$ coupera T en un point, et la ligne qui joint ce point au point $m$ est à la limite l'axe de déviation de la section que ce plan détermine dans (S); car lorsque $a_1 a_2$ se rapprochera indéfiniment de $at$, cette droite sera bien à la limite le diamètre de la conique ayant en $a$ un contact du 3[e] ordre avec cette section.

» Ce que nous disons pour un plan s'applique à tous les plans menés par $a_1 a_2$. On voit donc que les axes de déviation de toutes les sections déterminées par ces plans sont dans le plan, limite des positions du plan $(m, \mathrm{T})$; on voit de plus ainsi que *la trace de ce plan sur le plan tangent en $a$ est la tangeent conjuguée de $at$.*

» Remarquons maintenant que, lorsqu'on considère les plans qui passent par l'un des axes de l'indicatrice en $a$ à (S), le plan des axes de déviation

des sections déterminées par ces plans sécants passe par l'autre axe de l'indicatrice, et par suite est perpendiculaire au plan sécant normal à (S). Les centres de courbure des développées des sections déterminées par ces plans sécants sont aussi dans un plan perpendiculaire au même plan normal.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai l'usage que je fais de ces théorèmes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude physique du plan d'épreuve.* Note de **M. G. Volpicelli.**

« Pour bien apprécier la valeur de cet instrument très-simple, qu'on appelle plan d'épreuve, il est nécessaire de préciser clairement le but auquel il est destiné et les causes desquelles dépendent ses effets.

» Son but est *triple:* il consiste à déterminer les trois rapports suivants : 1° rapport entre la charge reçue par le plan d'épreuve et la charge que possède l'élément superficiel touché par le plan lui-même, sans intervention de l'influence électrique; 2° rapport entre la charge induite sur le même plan d'épreuve communiquant avec le sol tant que dure l'influence, et sa distance à l'inducteur; 3° rapport semblable au premier, mais dans le cas où le corps touché par le plan et le plan lui-même sont tous les deux soumis à l'influence électrique.

» Quant aux causes desquelles dépendent ces effets, elles sont au nombre de quatre : 1° la nature et la quantité de l'isolant annexé au plan d'épreuve; 2° la forme et les dimensions de ce dernier; 3° la manière dont il est approché, puis séparé du corps touché; 4° l'intensité plus ou moins grande de l'induction, si elle a lieu.

» Cela posé, il est facile de conclure : 1° que la charge *résultante* sur le plan d'épreuve, une fois que le contact a cessé, dans le cas où il y a induction, peut être nulle, positive, ou négative; 2° que si cette résultante est l'homonyme de l'inductrice, l'élément superficiel touché par le plan doit l'avoir communiquée à ce dernier; mais il n'est pas de même dans le cas contraire, c'est-à-dire si elle est l'homonyme de l'induite, car si celle-ci ne se communique pas, le plan d'épreuve la reçoit par induction et non par communication. 3° En consultant les ouvrages de Coulomb, de Poisson, de Murphy, de Thomson, de Betti et d'autres physiciens géomètres sur le sujet dont nous nous occupons, on reconnaît la grande difficulté que l'on rencontre pour déterminer les rapports ci-dessus indiqués. 4° Le plan d'épreuve, soumis ou non à l'influence électrique, reçoit tou-

jours par le contact une charge plus grande que celle qui est libre sur l'élément qu'il a touché. Cet instrument, dû au célèbre Deluc, n'a pas encore été étudié avec soin sous les points de vue indiqués. On ne doit donc pas considérer comme suffisamment exacts les résultats obtenus par Coulomb au moyen de ce même instrument.

» Connaître à l'aide du plan d'épreuve l'état électrique propre à un élément superficiel touché par ce plan, c'est là une recherche qui n'est pas facile, contrairement à ce que l'on croit généralement. En effet, considérons le cas le plus complexe, celui où l'élément sur lequel on applique le plan est soumis à l'induction électrostatique. Les causes qui agissent sur la charge reçue par le plan, dans le contact, sont les quatre ci-dessus mentionnées.

» Il faut d'abord remarquer que l'isolant, toujours indispensable à la réalisation du plan d'épreuve, reçoit, par infiltration, une certaine quantité d'électricité. Cette infiltration ou absorption varie, non-seulement avec la nature de l'isolant, mais encore avec sa quantité. En outre, l'induction agit aussi sur l'isolant, dont elle décompose l'électricité naturelle, ce qui complique d'une manière sensible le phénomène dont il s'agit.

» En second lieu, la forme du plan d'épreuve influe aussi sur la charge électrique que ce plan a reçue par contact; il en est de même de ses dimensions. La raison en est que l'électricité s'accumule en plus grande quantité sur les éléments superficiels de plus grande courbure, et que la charge augmente en proportion de l'augmentation de la surface.

» En troisième lieu, lorsqu'on approche le plan d'épreuve de l'élément superficiel devenu électrique par induction, ce rapprochement accumule sur l'élément même une plus grande quantité d'électricité, et, dans le contact, il se produit un relief sur le même élément. Par suite de ces deux circonstances, il s'accumule sur le plan indiqué une charge plus grande que celle qui appartenait à l'élément même avant le contact du plan. Lorsque ensuite le plan d'épreuve se détache et arrive au *quasi-contact*, l'accumulation doit croître encore davantage sur le plan même.

» En quatrième lieu, le *quasi-contact* ayant cessé, et le plan d'épreuve ayant été porté en dehors de l'influence électrique, l'électricité induite sur le plan cesse d'être retenue et est neutralisée, en tout ou en partie, par l'homologue de l'inductrice que le plan a reçue par le contact. La *résultante* de cette neutralisation peut être nulle, homonyme de l'inductrice ou hétéronyme. Elle sera nulle lorsque l'électricité induite sur le plan d'épreuve sera égale à l'homonyme de l'inductrice sur ce même plan;

elle sera homonyme de l'inductrice lorsque l'électricité induite sur lui sera moindre que l'autre; elle sera hétéronyme de l'inductrice lorsque l'électricité induite sur le plan sera plus grande que l'électricité contraire sur le même plan.

» D'après cela, on voit clairement que, sur le plan d'épreuve, quand il est en contact sur l'extrémité de l'induit la plus rapprochée de l'inducteur, coexistent les deux électricités, l'une libre, qui est l'homonyme de l'inductrice, l'autre captive, qui est l'hétéronyme et qui devient elle-même libre comme la première lorsque le plan est porté en dehors de l'influence électrique.

» Donc le plan d'épreuve pourra offrir, dans l'expérience indiquée, deux résultats divers par rapport à la *nature* de l'électricité résultante qui s'y trouve, après son contact avec un corps électrisé par influence.

» Quant à ce qui concerne la *quantité* de cette électricité, relativement à la charge de l'élément superficiel sur lequel a été placé le plan en question, il nous semble que l'analyse mathématique ne peut elle-même donner à cet égard une réponse exacte; et cela à cause de la complication du phénomène. Mais il faut bien fixer le point suivant : lorsque le plan d'épreuve donne une *résultante* homonyme de l'inductrice, alors l'élément induit le plus rapproché de l'inducteur, touché par le plan lui-même, possède une électricité de même nature que l'inductrice. Ce phénomène se vérifie en appliquant un très-petit plan d'épreuve sur l'extrémité de l'induit la plus rapprochée de l'inductrice; d'où il faut conclure que la théorie commune de l'induction électrostatique n'est pas exacte.

» Plus on diminue l'isolant annexé au plan d'épreuve, plus la quantité d'électricité libre absorbée par ce plan se trouve elle-même diminuée, de sorte que, si le plan est supporté par son centre à l'aide d'un fil de soie, l'électricité libre absorbée par cet isolant sera si petite, que la charge résultante sera de nature contraire à l'inductrice. Mais si, à parité de circonstances, l'isolant est formé de gomme laque, alors la charge résultante sur un très-petit plan d'épreuve sera l'homonyme de l'inductrice.

» De cette expérience, on est en droit de conclure que sur l'extrémité indiquée coexistent les deux électricités contraires; mais elles sont séparées, c'est-à-dire qu'elles ne se neutralisent pas. On en conclut, par suite, que l'induite n'a pas de tension, et que l'homonyme de l'inductrice se trouve toujours *sur quelque point que ce soit* de l'induit, pourvu que sa dispersion ne l'ait pas trop diminuée; car, des deux électricités qui se trouvent dans l'élément induit, elle est la seule à se disperser, par la raison qu'elle est la seule douée de tension. »

---

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur un nouveau type de cristaux idiocyclophanes.* Note de M. **Ed. Jannettaz**, présentée par M. Delafosse.

« Herschel a cité, d'après Brewster, dans son *Traité d'Optique*, t. II, n° 1080 et suivants, quelques cristaux remarquables au travers desquels on aperçoit à l'œil nu, sans le secours d'aucun instrument, les anneaux colorés que l'on ne voit d'habitude dans les milieux cristallisés qu'au moyen des appareils de polarisation. Il leur a donné, à titre provisoire, le nom d'*idiocyclophanes*.

» Il ajoutait que l'on observe ce phénomène quelquefois dans les cristaux de nitre, et souvent dans ceux de bicarbonate de potasse. Brewster a démontré que ces cristaux renferment, dans leur réseau régulier, des lames cristallines interposées très-minces, et que leur masse elle-même doit avoir un de ses axes optiques situé dans la direction du rayon visuel qui la traverse. Ce sont, comme on le voit, des cristaux incolores.

» J'ai eu l'occasion de faire dresser parallèlement l'une à l'autre deux faces d'un cristal d'axinite transparent et violacé. L'une des faces est inclinée de 155°,45′ sur $f^1$, de 119°,10′ sur $p$, de 143°,2′ sur $m$; elle correspond à peu près à la face $t$. D'ailleurs la face $p$ de ce cristal fait avec $f^1$ un angle de 143°,40′, et avec $m$ un angle de 135 degrés.

» J'emploie ici la notation et les valeurs d'angle adoptées par M. des Cloiseaux, dans son *Manuel de Minéralogie*. Les angles que j'ai observés sont, l'un exactement et l'autre à deux minutes près, ceux qui ont été obtenus par les meilleurs observateurs.

» Lorsque l'on regarde dans une direction à peu près normale aux faces de cette plaque d'axinite, ou mieux, dans la direction d'un de ses axes optiques, on aperçoit deux régions violacées, à bords franchement hyperboliques, et, dans leur intervalle, des régions de différentes couleurs.

» M. des Cloiseaux a dit, dans son *Manuel de Minéralogie*, t. I, p. 518 : « En regardant à travers certains cristaux d'axinite, de couleur foncée, » suivant la direction de l'un des axes optiques, on voit une barre vio- » lette, interrompue au point où passe l'axe. »

» Lorsque j'eus remarqué pour la première fois cette coloration de l'espace qui sépare les deux régions violacées, j'en fis part à mon savant maître, M. Delafosse. M. Delafosse m'apprit, un peu plus tard, que M. Friedel venait d'observer des régions hyperboliques analogues, d'une grande netteté, dans certains cristaux d'épidote, et que Herschel avait parlé de ce phénomène. Herschel a en effet signalé, dans l'épidote et l'axinite,

deux régions sombres et leur intervalle plus clair; il a même démontré que c'était un résultat du dichroïsme que possèdent les cristaux de ces deux espèces minérales.

» Mais la barre n'est pas seulement interrompue; en regardant par la face *t* antérieure, on voit d'abord que la direction de cette barre est à peu près parallèle à la bissectrice de l'angle plan de cette face. Mène-t-on par le point où l'axe optique perce la plaque une perpendiculaire (1) à la direction de cette barre, on s'aperçoit que le milieu est jaune verdâtre, et de chaque côté l'espace est coloré; les contours des aires colorées dessinent des hyperboles, dont les branches sont de moins en moins écartées et deviennent de plus en plus nettes, à mesure qu'on se rapproche des couleurs extrêmes du spectre. Lorsque l'on regarde par la face *t* antérieure, en tenant la base supérieure en haut, on voit le rouge à droite et le bleu à gauche. Si l'on retourne le cristal pour y regarder la face *t* postérieure, les couleurs conservent la même position relative. On donne lieu, au contraire, à un échange des couleurs qui bordent les hyperboles violacées, lorsque l'on renverse l'ordre des bases.

» L'interposition d'un nicol en avant de la plaque, ou d'une glace noire inclinée à 35 degrés, donne plus d'intensité au phénomène; elle a surtout pour effet de résoudre, en quelque sorte, une des régions violacées, celle qui est bordée par du bleu, en une série d'arcs de cercles colorés en rose vif, ayant pour centre le centre commun aux diverses hyperboles et visibles sans le secours d'aucun analyseur. Au microscope d'Amici, l'analyseur rend les anneaux encore plus nets, en même temps que plus nombreux et plus serrés.

» Ainsi l'analyseur n'est pas nécessaire, et le polariseur ne sert qu'à faire apparaître des anneaux dans l'une des régions violacées, comme si la lumière polarisée par la plaque seule ne s'y trouvait pas en quantité suffisante pour en faire une substance véritablement *idiocyclophane*. A l'œil nu, du reste, les couleurs et les contours des aires hyperboliques sont d'autant plus distincts, que l'on se place devant un point du ciel capable d'envoyer une plus grande quantité de lumière polarisée. Il faut noter aussi que les couleurs, vues à l'œil nu, ou même avec un polariseur, offrent toujours la même disposition que si l'on regardait une plaque d'axinite dans la direction d'un axe optique, en la plaçant entre un polariseur et un analyseur parallèles.

(1) Cette perpendiculaire est la trace du plan des axes optiques sur la plaque.

» Tels sont les faits; quelle en est la cause?

» D'un côté, deux espaces violacés, à contours hyperboliques; entre eux une région claire; le polychroïsme de l'axinite en rend compte.

» Mais, d'un autre côté, cet espace plus clair, coloré de toutes les couleurs du spectre; cette apparition des anneaux dans les régions violacées, lorsque l'on polarise assez complétement la lumière incidente, tout cela classe de droit ce cristal d'axinite parmi les idiocyclophanes. Et ce cristal n'est pas le seul qui soit dans ce cas : en regardant au travers de tous les cristaux d'une couleur vraiment violette, dans la direction d'un axe optique, j'ai pu apercevoir ces couleurs. Or celui que je viens de décrire est un cristal simple et régulier, autant que l'on en peut juger par la valeur de ses angles et par la régularité avec laquelle s'y manifeste le polychroïsme.

» Si l'on se rappelle que de Sénarmont a pu rendre dichroïques des cristaux incolores, en les teignant au moyen de solutions chimiques colorées; si l'on considère, en outre, que parmi les éléments chimiques de l'axinite violette figure un corps capable d'y former un principe colorant et de la couleur qui domine dans cette substance, on est bien tenté de faire cette hypothèse, que le principe colorant s'y trouve cristallisé.

» On peut opposer, à ce point de vue, aux cristaux d'axinite ceux de bichromate de potasse. Si l'on observe le ciel, avec ou sans polariseur, au travers de deux faces parallèles au principal clivage d'un cristal de cette matière, on ne voit que la couleur uniforme, essentiellement propre à cette substance; or cette plaque montrerait nettement les anneaux colorés qui caractérisent la direction de l'axe optique, si on l'interposait entre un analyseur et un polariseur; mais les cristaux de chromate rouge de potasse n'ont pas de dichroïsme sensible. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'absorption de la vapeur de soufre.* Note de **M. G. Salet**, présentée par M. Wurtz.

« Je demande à l'Académie la permission de revenir sur le spectre d'absorption de la vapeur de soufre que j'ai signalé le premier au mois d'août 1871 (1), et que M. Gernez, sans avoir connaissance de ma Communication, a décrit dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 803). Je

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXIII, p. 559.

me suis servi, pour la production de ce spectre, d'un simple tube de verre de Bohême, dont les deux extrémités étaient arrondies, et que l'on plaçait, après l'avoir entouré de clinquant, sur une grille à analyses organiques. La source lumineuse, dont les rayons traversaient le tube selon son axe, était un dé de fil de platine porté au blanc éblouissant et presque à la fusion par un chalumeau à gaz et à air fonctionnant à l'aide d'une trompe. Cette source lumineuse, employée avec avantage par M. Bourbouze, possède un spectre absolument continu. Il n'en est pas tout à fait de même de la lumière oxhydrique à la chaux ou à la magnésie. Le fait que la vapeur de soufre doit être surchauffée pour donner un spectre ne m'avait pas échappé dans ma première Communication, où j'indique que l'expérience a été faite au rouge faible. En la répétant dans diverses conditions, j'ai déterminé la place des bandes sombres les plus visibles. Elles coïncident, comme je l'avais annoncé, avec les bandes lumineuses du spectre du soufre dans la flamme de l'hydrogène et, comme elles, présentent leur maximum du côté le plus réfrangible. Voici les longueurs d'onde de quelques-uns de ces maxima :

477, 470, 465, 458, 454. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle classe de combinaisons de la dulcite avec les hydracides.* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. Wurtz (1).

« Jusqu'à ce jour, on n'a pas signalé de combinaisons de la dulcite avec les alcools, différentes des éthers et dans lesquelles l'acide peut être regardé comme prenant la place de l'eau de cristallisation ou d'hydratation. On connaît d'ailleurs des composés cristallisés d'alcools monoatomiques avec les chlorures métalliques. On connaît également une combinaison définie de glucose et de chlorure de sodium. Tous ces composés présentent une certaine analogie de constitution avec les corps que je vais décrire et qui sont des combinaisons d'hydracides et de dulcite.

» Quand on met de la dulcite en contact avec de l'acide chlorhydrique aqueux saturé à zéro, on observe que ce corps s'y dissout à froid en grande quantité, en déterminant un faible abaissement de température. Si l'on maintient cette solution, aussi saturée que possible, à une basse température pendant vingt-quatre heures, il s'y dépose des cristaux très-volumineux de chlorhydrate de dulcite, dont la composition est représentée par la

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

formule suivante :

$$C^{12}H^{14}O^{12} + HCl + 3H^2O^2.$$

» Cette combinaison est très-instable; elle ne peut exister que dans une atmosphère saturée d'acide chlorhydrique. Les cristaux s'effleurissent à l'air libre; au bout de très-peu de temps tout l'acide disparaît et il ne reste que de la dulcite pure. L'eau froide détruit instantanément la combinaison. Si l'on projette un cristal de chlorhydrate de dulcite dans une solution de bicarbonate de potasse, ce cristal s'y dissout en déterminant une abondante effervescence, jusqu'à ce qu'il ait entièrement disparu.

» Quand on essaye de dissoudre la dulcite dans de l'acide bromhydrique aqueux d'une densité égale à 1,8, on observe une élévation de température qui, dans les conditions où j'ai opéré, a atteint 7 degrés. La quantité de dulcite que peut dissoudre l'acide bromhydrique est moins abondante que celle que peut dissoudre l'acide chlorhydrique. Au bout d'un jour ou deux, il se sépare des cristaux de bromhydrate de dulcite

$$C^{12}H^{14}O^{12} + HBr + 3H^2O^2.$$

Ce composé, quoique très-instable, l'est moins que le composé chlorhydrique. Abandonné à l'air humide, il condense de l'eau qui dissout une certaine quantité de la matière en la décomposant partiellement. Une quantité plus considérable d'eau décompose totalement ce corps. L'acide bromhydrique concentré dissout aisément à 100 degrés le bromhydrate de dulcite et le laisse cristalliser par le refroidissement. Il faut éviter de maintenir longtemps la solution acide à cette température, car, dans ces conditions, il se forme des éthers véritables de la dulcite.

» L'acide iodhydrique dissout aisément la dulcite à la température ordinaire; 5 grammes de dulcite ont été ajoutés à 15 grammes d'acide iodhydrique de densité égale à 2. On observe tout d'abord que la dulcite se dissout, en produisant une élévation de température de 6 degrés; puis, au bout d'une minute, toute la masse se remplit de cristaux et la température s'élève de 12 degrés, ce qui fait une variation totale de 18 degrés. On fait cristalliser l'iodhydrate de dulcite formé en chauffant le mélange de ce corps et de l'excès d'hydracide à une température qui ne doit pas dépasser 60 degrés; par le refroidissement, il se sépare des cristaux qui ont la composition indiquée par la formule

$$C^{12}H^{14}O^{12} + HI + 3H^2O^2.$$

» Ce corps, plus stable que le composé chlorhydrique, possède les mêmes

caractères chimiques. L'acide iodhydrique le dissout à chaud, mais en le réduisant partiellement et en mettant de l'iode en liberté.

» Tous ces composés semblent correspondre à un hydrate de dulcite $C^{12}H^{14}O^{12} + 4H^2O^2$, que je n'ai pas encore pu obtenir; ils diffèrent complétement des éthers que la dulcite forme avec les mêmes hydracides.

» J'ai essayé de réaliser la formation de composés analogues avec la mannite, la glucose et la galactose; dans certains cas, j'ai observé que la dissolution était accompagnée, comme pour la dulcite, d'une élévation de température; mais je n'ai pas réussi jusqu'à présent à obtenir de composés cristallisés avec ces différentes matières. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur le protochlorure de phosphore.* Note de **M. Prinvault**, présentée par M. Fremy.

« Le protochlorure de phosphore agit très-vivement sur le brome. La réaction inverse du brome sur le protochlorure est plus calme. Dans ce cas, le brome tombe au fond du protochlorure, et il se forme deux couches de liquide, que de nouvelles additions de brome font disparaître. Il arrive un moment où l'atmosphère de la cornue dans laquelle on fait l'expérience devient rutilante.

» L'excès de brome ainsi ajouté est chassé par une distillation au bain-marie à 65 degrés. L'opération est terminée lorsque l'atmosphère de la cornue n'est plus rutilante.

» Le résidu de cette distillation est un corps rouge-brun, dense et oléagineux. Il cristallise vers 4 ou 5 degrés au-dessus de zéro, en aiguilles brunes à reflets métalliques. Soumis à la distillation au bain-marie, il passe inaltéré dans le récipient, si l'opération est conduite avec prudence et si la température du bain-marie ne dépasse pas 90 degrés. Ses vapeurs sont incolores, malgré la grande quantité de brome qu'il contient. Il est soluble dans le sulfure de carbone et, en petite quantité, dans le protochlorure de phosphore. L'eau le décompose en brome et en acides phosphorique, chlorhydrique et bromhydrique.

» L'analyse lui assigne la formule $PhCl^3Br^8$, que l'on peut écrire $PhBr^5$, $3ClBr$. L'action de la chaleur sur ce corps présente quelque intérêt.

» Si on le distille brusquement au-dessus de 90 degrés, on voit se déposer dans l'allonge et dans le récipient des cristaux prismatiques souvent très-beaux, et l'atmosphère du récipient est rutilante, ce qui n'arrive pas quand la distillation est ménagée au-dessous de 90 degrés.

» Ces cristaux, égouttés et séchés rapidement sur une plaque poreuse, ont donné à l'analyse la formule $PhCl^2Br^7$, que l'on peut écrire $PhBr^5,2ClBr$. Ils sont très-peu stables ; un courant d'air sec et prolongé, le sulfure de carbone, la chaleur les dédoublent en perbromure de phosphore et en chlorure de brome. L'eau les décompose instantanément en brome et en acides phosphorique, chlorhydrique et bromhydrique.

» Ce corps ($PhCl^2Br^7$) peut être produit directement en faisant agir le protochlorure de phosphore sur le brome. L'action est très-vive, comme je l'ai dit plus haut. La réaction est assez énergique pour faire entrer le brome en ébullition. Le protochlorure de phosphore est ajouté par petites portions, jusqu'à ce qu'il se forme deux couches dans le ballon où se fait l'expérience. Du jour au lendemain, il se dépose par le refroidissement des cristaux magnifiques qui ont quelquefois 2 ou 3 centimètres de longueur.

» Les cristaux se dissolvent à froid dans le protochlorure de phosphore. Si l'on élève la température jusqu'à l'ébullition du protochlorure de phosphore, il se dépose des cristaux jaunes d'un chlorobromure de phosphore $PhCl^4Br$, qui se produit aussi par l'action directe du chlorure de brome sur le protochlorure. Le corps que l'on peut écrire $PhCl^3,ClBr$, comme l'on écrit le perchlorure de phosphore $PhCl^3,Cl^2$, est un de ceux qui sont prévus par la théorie du perchlorure de phosphore, donnée par M. Cahours.

» A l'aide des deux chlorobromures de phosphore que je viens de décrire et du protochlorure de phosphore, j'en ai produit un troisième qui a pour formule $PhCl^3Br^4$.

» Il se présente en cristaux rouge rubis, qui sont des prismes doublement obliques, de forme tubulaire.

» L'eau les décompose comme les précédents en brome et acides phosphorique, chlorhydrique et bromhydrique.

» Chauffés dans un tube fermé à 60 degrés, ils se dédoublent et donnent du protochlorure de phosphore et le chlorobromure $PhCl^3Br^8$, suivant l'équation

$$2(PhCl^3Br^4) = PhCl^3 + PhCl^3Br^8.$$

Si l'on refroidit le tube, le protochlorure est absorbé de nouveau par le chlorobromure, et régénère les cristaux primitifs au bout de quelques jours. Cette réaction constitue un mode de préparation pour le chlorobromure en question.

» Je l'ai trouvé en dissolvant dans le protochlorure de phosphore le chlorobromure $PhCl^2Br^7$ et en versant dans cette solution le chloro-

bromure $PhCl^3Br^8$; le corps $PhCl^3Br^4$ prend naissance en très-peu de temps et se présente en beaux cristaux transparents, tandis que ceux que l'on fait par synthèse directe sont opaques. La réaction peut s'exprimer ainsi :

$$\begin{cases} PhCl^3Br^8 + PhCl^3 = PhCl^2Br^7 + PhCl^4Br, \\ PhCl^4Br + PhCl^2Br^7 = (PhCl^3Br^4)^2. \end{cases}$$

ANALYSES.

$PhCl^3Br^8$.

Matière..... 1gr,232 Pyrophosphate de magnésie..... 0gr,167

Phosphore calculé..... 0gr,049
» trouvé..... 0,047

*Chlorure et brome.*

Matière..... 0gr,488 Précipité d'argent calculé...... 1gr,213
» » » trouvé...... 1,207

Perte par le courant de chlore sur 0gr,444 du précipité... 0gr,082;

d'où

| | | | |
|---|---|---|---|
| Brome trouvé............ | 0gr,399 | Calculé..... | 0gr,399 |
| Chlore » ............ | 0,066 | » ..... | 0,066. |

$PhCl^2Br^7$.

Matière..... 0gr,579 Précipité d'argent calculé...... 1gr,402
» » » trouvé...... 1,390

Perte par le courant de chlore sur 1gr,176............ 0gr,231;

d'où

| | | | |
|---|---|---|---|
| Brome trouvé............ | 0gr,491 | Calculé..... | 0gr,490 |
| Chlore trouvé............ | 0,062 | » ..... | 0,062 |
| Phosphore par différence... | 0,026 | » ..... | 0,027 |

*Deuxième analyse :*

Matière..... 0gr,448 Précipité d'argent trouvé...... 1gr,080
» » » calculé...... 1,090

Perte par le chlore sur 0gr,575..................... 0gr,114.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Brome trouvé........... | 0gr,383 | Calculé..... | 0gr,379 |
| Chlore » ........... | 0,045 | » ..... | 0,048 |
| Phosphore » ........... | 0,020 | » ..... | 0,021. |

*Troisième analyse :*

Matière..... 0gr,370 Précipité d'argent............ 0gr,886

Perte par le chlore sur 0gr,649..................... 0gr,129;

d'où

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Brome | trouvé.......... | $0^{gr},316$ | Calculé..... | $0^{gr},313$ |
| Chlore | » .......... | 0, 036 | » ..... | 0, 039 |
| Phosphore | » .......... | 0, 018 | » ..... | 0, 018. |

$PhCl^3Br^4$.

1° Matière..... $0^{gr},745$ Précipité d'argent.......... $1^{gr},932$

Perte par le chlore sur $0^{gr},387$.................... $0^{gr},058$;

d'où

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Brome | trouvé.......... | $0^{gr},519$ | Calculé..... | $0^{gr},523$ |
| Chlore | » .......... | 0, 171 | » ..... | 0, 173 |
| Phosphore | » .......... | 0, 055 | » ..... | 0, 049. |

2° Matière..... $0^{gr},905$ Précipité................. $2^{gr},358$

Perte par le chlore sur $1^{gr},142$..................... $0^{gr},170$;

d'où

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Brome | trouvé.......... | $0^{gr},630$ | Calculé..... | $0^{gr},632$ |
| Chlore | » .......... | 0, 217 | » ..... | 0, 211 |
| Phosphore | » .......... | 0, 058 | » ..... | 0, 062. |

3° Matière..... $0^{gr},986$ Précipité................. $2^{gr},552$

Perte sur $0^{gr},591$................................ $0^{gr},089$;

d'où

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Brome | trouvé.......... | $0^{gr},692$ | ........... | $0^{gr},689$ |
| Chlore | » .......... | 0, 226 | Calculé..... | 0, 229 |
| Phosphore | » .......... | 0, 065 | » ..... | 0, 068 |

» *Conclusion.* — La production des chlorobromures $PhCl^3Br^8$ et $PhCl^3Br^4$ par l'action du brome sur le protochlorure de phosphore est en contradiction avec les idées d'atomicité soutenues par certains chimistes; car, d'après eux, le corps possible dans ces circonstances est $PhCl^3Br^2$. Au point de vue formulaire (je ne dis pas au point de vue chimique) on pourra être séduit par les analogies qu'expriment les formules suivantes :

Acide phosphorique. Acide pyrophosphorique.

$$PhH^3O^8 = PhH^2O^7 + HO,$$
$$PhCl^3Br^8 = PhCl^2Br^7 + ClBr,$$

Acide hypophosphoreux.

$$2(PhH^3O^4) = PhH^3O^8 + PhH^3,$$
$$2(PhCl^3Br^4) = PhCl^3Br^8 + PhCl^3,$$

et enfin

$$PhK^3 + O^8 = PhO^5,\ 3KO,$$
$$PhCl^3 + Br^8 = PhBr^5,\ 2ClBr.$$

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Fremy. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Crocodiliens fossiles de Saint-Gérand-le-Puy.* Note de **M. L. Vaillant**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'étude des faunes tertiaires de France a déjà donné lieu à un grand nombre de travaux; cependant l'intérêt de ce genre de recherches m'a engagé à profiter de l'heureuse occasion que j'ai eue d'avoir entre les mains une fort riche collection d'ossements de reptiles fossiles de Saint-Gérand-le-Puy pour chercher à éclairer la faune herpétologique de cette époque, et je voudrais aujourd'hui présenter sommairement à l'Académie quelques-uns des résultats que j'ai déjà obtenus. Je ne m'occuperai dans cette Note que des Crocodiliens, me réservant de revenir plus tard sur les autres familles.

» Les représentants de ce groupe appartiennent à trois espèces, toutes du grand genre *Crocodilus*, quoique pouvant être réparties dans différentes de ses subdivisions principales. Deux espèces, malgré une différence importante dans la caractéristique, différence sur laquelle j'aurai à m'expliquer dans un instant, rentrent dans cette section dont M. Pomel a fait le genre *Diplocynodon*, remarquable par le développement et les rapports des troisième et quatrième dents inférieures. L'un de ces Crocodiles me semble même pouvoir être rapporté à l'espèce typique : le *D. Ratelli*, Pomel, tel qu'il nous est connu par les brèves descriptions de l'auteur, la figure d'un fragment qu'il en a donné dans les *Bulletins de la Société géologique de France*, et le crâne représenté par M. le professeur Gervais dans sa *Paléontologie française*. Il en existe, dans les échantillons dont je m'occupe ici, une mâchoire inférieure presque complète dans sa portion dentaire, deux intermaxillaires droit et gauche appartenant à deux individus différents; enfin, un maxillaire supérieur gauche dans un état très-satisfaisant de conservation, long de 22 centimètres, et portant dix-sept dents ou alvéoles.

» La seconde espèce, qui me paraît devoir être distinguée de la précédente, quoiqu'elle en soit évidemment très-voisine, en diffère au premier coup d'œil par la gracilité relative de toutes ses parties, la moindre profondeur des rugosités qui couvrent la surface des os de la tête aussi bien que par la saillie moins accusée des courbures, ce qui me la fait désigner sous le nom de *Crocodilus* (*Diplocynodon*) *gracilis*. Ces caractères seraient de peu d'importance, surtout en tenant compte du petit nombre de points de comparaison, et pourraient tout aussi bien être mis sur le compte d'une différence d'âge; mais il en existe un autre d'une plus grande valeur. Dans le *D. Ratelli*, les troisième et quatrième dents inférieures sont reçues dans

deux cavités particulières (M. Pomel dit une), creusées près de la suture qui joint l'intermaxillaire au maxillaire, tandis qu'ici elles passent sur les côtés de la mâchoire supérieure dans une simple échancrure, ce qui éloignerait cette espèce des vrais Caïmans, auxquels elle se joint par tous ses autres caractères. Pour la rapprocher des Crocodiles proprement dits, il convient de remarquer, cependant, que ces dents, sur le vivant, devaient être presque cachées, pour peu que le rebord labial fût développé, car elles sont obliquement dirigées et dépassent à peine le bord externe de la mâchoire supérieure. J'ai à ma disposition la plus grande partie du squelette d'un individu de ce *D. gracilis*, chez lequel les membres en particulier sont presque complets, ainsi que la tête, à laquelle manque seulement l'angulaire, le surangulaire, le complémentaire gauche et les operculaires. On peut donc facilement en apprécier les caractères; je me contenterai, toutefois, d'indiquer les traits les plus saillants du crâne, lesquels font le mieux ressortir les différences et les analogies spécifiques. L'ensemble de cette partie présente une forme triangulaire médiocrement allongée, la longueur étant de très-peu inférieure au double de la plus grande largeur; elle est aplatie supérieurement. La plaque fronto-pariétale est plane, rétrécie en avant; les trous temporaux supérieurs sont de grandeur médiocre. L'intermaxillaire ne présente pas six dents, ainsi que l'a avancé M. Pomel : il n'y en a que cinq, comme chez les autres Crocodiliens; seulement la cavité de réception de la première grosse dent inférieure, presque sur le bord dentaire et très-profonde, peut donner le change sur des exemplaires imparfaits et aura été prise pour une alvéole; cette remarque s'applique également à l'espèce type telle que je la connais. La troisième et la quatrième dent de cet intermaxillaire sont les plus développées; le maxillaire en porte seize : ici les plus fortes sont la quatrième et la cinquième (neuvième et dixième en comptant les dents intermaxillaires). La mâchoire inférieure a sur l'exemplaire dix-huit dents à droite et dix-neuf à gauche; les plus grosses sont les premières, puis la troisième et la quatrième, déjà citées, enfin la douzième. Les dents antérieures ne percent pas la mâchoire supérieure. En résumé, ces quelques caractères montrent que ce sous-genre rentre dans la section des Alligators établie par Cuvier.

» La troisième espèce ne m'est connue que par une tête, mais dans un remarquable état de conservation : les parties postérieures des mâchoires inférieures au delà des trous ovales manquent seules. Ici l'on rencontre plutôt les caractères des Crocodiles proprement dits. La forme générale du

crâne vu en dessus est très-régulièrement triangulaire; le rétrécissement dû aux sillons, qui reçoivent les grandes dents inférieures, étant peu marqué, le chanfrein est presque droit; le museau, sur toute sa longueur, est régulièrement bombé. La largeur au niveau des condyles tympaniques est plus de la moitié de la largeur totale, comme dans l'espèce précédente. La plaque fronto-pariétale se rapproche plus de la forme d'un quadrilatère régulier, bien qu'elle soit encore un peu rétrécie en avant; elle n'est pas sensiblement relevée sur les bords. Le trou temporal supérieur est petit. L'os nasal atteint l'orifice nasal extérieur. Quant aux dents, elles sont si profondément engagées dans une gangue dure, pierreuse, qu'il est assez difficile d'en apprécier le nombre exact; cependant, la quatrième du maxillaire supérieur, la neuvième en rang par conséquent, est remarquablement développée, au point de dépasser un peu le bord de la mâchoire inférieure, disposition qui rappelle celle qu'on observe dans plusieurs autres Crocodiliens vivants ou fossiles, tels que le *C. intermedius*, Graves, et le *C. Hastingsiæ*, Owen; la dent qui précède celle-là, à en juger par les débris et la grandeur de l'alvéole, devait aussi être assez forte. A la mâchoire inférieure, la dent saillante est directement dirigée en haut et tout à fait à découvert, comme chez les véritables Crocodiles, mais les dents antérieures ne percent pas l'intermaxillaire, caractère qui, joint à la forme de la plaque fronto-pariétale, à la petitesse des trous temporaux supérieurs, aux dimensions générales de la tête, donne à cette espèce certaines apparences des Caïmans. La seule espèce dont ce Crocodile, que je désignerai sous le nom de *C. OEduicus*, puisse être rapproché, serait le *C. Buticonensis*, Mayer; mais les dimensions réciproques de la longueur du crâne comparée à sa largeur au niveau des orbites suffit pour les distinguer : dans cette dernière espèce, ce rapport est comme 5 est à 2, tandis que dans celle de Saint-Gérand il est comme 7 est à 5.

» Outre ces pièces, il existe un nombre considérable d'ossements qui proviennent également de divers Crocodiliens; mais la difficulté de les rapporter à l'une ou l'autre des espèces précédentes m'engage à en renvoyer la description à un travail plus détaillé.

» En résumé, on peut voir par là, comme déjà plusieurs observations l'avaient fait pressentir, que cette faune, déjà si riche pour les autres classes de Vertébrés supérieurs, n'était pas moins bien partagée pour les Reptiles, à en juger par ceux que je viens de mentionner. Des trois espèces citées, deux se rapportent à un sous-genre qui ne nous est pas connu dans la nature vivante; la troisième, au contraire, se rapproche des Crocodiles de

l'ancien monde, et en particulier de ceux de l'Afrique; cependant il faut remarquer qu'elle présente certains caractères des Caïmans du nouveau continent, fait d'autant plus digne d'intérêt que certaines espèces des couches supérieures au London-Clay, telles que les *C. Hastingsiæ*, Owen, et *C. Hantoniensis*, Owen, nous offrent des particularités analogues, et ces couches, rangées par la plupart des géologues dans l'éocène supérieur, peuvent jusqu'à un certain point être rapprochées des couches miocènes du Bourbonnais. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Considérations générales sur la structure de l'écorce dans les* Éricinées. Note de **M. A. Gris**, présentée par M. Brongniart.

« Ayant dirigé depuis un certain temps mes recherches microscopiques sur l'anatomie comparée du système cortical, j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie les principaux résultats de mes observations sur un certain nombre de plantes appartenant à la grande famille des *Éricinées*.

» Voici la liste des espèces que j'ai étudiées : *Arbutus unedo*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Clethra alnifolia*, *Zenobia speciosa*, *Lyonia ligustrina*, *Leucothoe axillaris*, *Cassandra calyculata*, *Rhododendron ponticum* et *R. ferrugineum*, *Azalea glauca*, *pontica* et *nudiflora*, *Rhodora canadensis*, *Kalmia latifolia*, *Ledum latifolium* et *L. palustre*. Aucune de ces espèces ne possède une couche complète de *suber* sous-épidermique. Il y a là un caractère négatif qui paraît général dans ce groupe de plantes. Dans certains cas, il se forme des productions subéreuses localisées qui font hernie au dehors, c'est-à-dire des lenticelles (*Leucothoe axillaris*, *Rhododendron ponticum*).

» La *couche herbacée* renferme généralement dans son tissu chlorophyllien des enclaves plus ou moins puissantes de cellules cristalligènes et aérifères à parois ténues. Dans les genres *Arbutus* et *Arctostaphylos* seulement, elle se compose uniquement de cellules contenant des corpuscules verts. Ces deux modes de structure sont analogues à ceux que j'ai signalés dans la moelle de diverses plantes ligneuses, et, comme celle-ci, la couche herbacée peut être dite *homogène* ou *mêlée*. A cause de la commune origine de ces deux régions parenchymateuses de l'axe végétal, on aurait pu croire que, dans une même espèce, elles présenteraient toujours la même structure; mais cela n'est pas. Ainsi, dans l'*Arbutus unedo*, la couche herbacée est homogène comme la moelle; dans le *Ledum latifolium*, elle est réticulée comme la moelle; par contre, dans le *Rhododendron ferrugineum* dont la moelle est homogène, la couche herbacée est réticulée.

» La partie prosenchymateuse du *liber* existe presque toujours dans les pousses annuelles, mais elle est généralement de peu de durée. Elle se mortifie de bonne heure et ne se reproduit pas (abstraction faite du *Lyonia paniculata*) dans le cours des années suivantes. Le *Clethra alnifolia* m'a présenté une particularité remarquable : la partie prosenchymateuse du liber fait défaut dans ses rameaux feuillés, et, chose singulière, on la retrouve dans les divers axes floraux de la même plante. Quant à sa constitution, cette région est fréquemment formée de deux sortes d'éléments à parois épaissies : les uns sont des fibres dont l'étroite cavité peut être traversée par de fines cloisons transversales; les autres sont des cellules dont la forme, la grandeur et l'agencement peuvent varier d'un type à l'autre (*Lyonia, Cassandra, Leucothoe*, etc.). J'ai pu constater assez souvent, dans la partie profonde du liber, l'existence de vaisseaux cribreux très-fins, appartenant à une forme spéciale que M. Hartig a signalée dans les *Cucurbita*, et que M. Hanstein a décrite et figurée depuis dans quelques autres plantes.

» L'existence d'un *périderme interne* paraît encore un fait général et caractéristique dans la famille des Éricinées. Il apparaît dans l'épaisseur même du liber, au-dessous de sa région prosenchymateuse. Je l'ai observé à la fin de l'automne, dans les branches de l'année (*Lyonia, Clethra, Azalea, Rhodora, Ledum, Cassandra, Zenobia*); je l'ai même trouvé à cette époque jusque dans les mérithalles supérieurs des pousses (*Lyonia, Clethra, Azalea nudiflora*); son développement est moins précoce dans les genres *Rhododendron, Arctostaphylos* et *Arbutus*, car je ne l'ai point trouvé, au commencement de l'hiver, dans les branches annuelles, mais seulement dans les axes pourvus de deux zones ligneuses.

» Considéré dans la première année de son développement, tantôt il constitue un étui de cellules incolores superposées en séries radiales (*Rhododendron ferrugineum, Kalmia, Arctostaphylos*); tantôt un semblable étui est lui-même revêtu d'une couche d'éléments analogues fortement aplatis et contenant une substance limpide et rougeâtre (*Clethra, Rhodora, Azalea glauca*); quelquefois il consiste en une assise unique de grandes cellules spéciales et tout à fait caractéristiques, auxquelles il faut sans doute adjoindre une zone mince et superficielle de petites utricules irrégulières et irrégulièrement groupées (*Lyonia*). Considérées isolément, les cellules péridermiques ont des formes variables; leurs parois sont minces ou diversement épaissies. Ainsi cet épaississement se montre sur leur paroi externe dans l'*Arctostaphylos*, sur leur paroi interne dans le *Leucothoe*.

» La présence de ce périderme intra-libérien entraîne la formation d'un

*rhytidôme*, c'est-à-dire l'altération et la chute des tissus qui se trouvent au-dessus de lui. La chlorophylle disparaît à l'intérieur des cellules aplaties de la couche herbacée. J'ai souvent constaté que leurs parois jaunissent et que dans leur cavité se montre une substance brune et limpide. Les éléments de la couche prosenchymateuse m'ont offert fréquemment la même coloration de leurs parois et le même contenu. Enfin ces tissus mortifiés ne tardent pas à se fissurer et à se détacher.

» Comme on vient de le voir, l'absence d'un suber sous-épidermique, la mortification rapide du prosenchyme, l'existence d'un périderme intra-libérien sont les traits généraux de la structure de l'écorce dans les Éricinées. D'autre part, l'organisation de la couche herbacée, la présence ou l'absence et la structure intime du prosenchyme, l'apparition plus ou moins précoce d'un périderme interne variant dans le nombre de ses couches et la manière d'être de ses éléments sont autant de traits anatomiques propres à caractériser les genres. Nous ajouterons que la mortification précoce du prosenchyme montre une fois de plus le peu d'importance physiologique de cette partie de l'écorce, dont l'élément véritablement essentiel est le tissu cribreux. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur l'existence de la matière minérale dans les plantes; par* **M. A. Baudrimont.** (Extrait par l'auteur.)

« M. Sacc a affirmé, dans un travail récent, qu' « il n'y a point de rap- » port chimique entre la matière organique des plantes et leurs cendres ». Trouvant cette assertion contraire à l'ensemble des faits observés, et considérant d'ailleurs qu'elle pourrait entraver les progrès de l'agriculture en niant, par ce seul énoncé, l'influence de la nature du sol, celle des amendements et des engrais, j'ai cru devoir répondre à M. Sacc, et citer les principaux faits qui me paraissent contraires à l'assertion qu'il a formulée.

» M. Sacc a persisté dans son opinion et a cité plusieurs autres faits qui méritent d'être pris en considération : les Caroubiers croissent avec la plus grande vigueur sur des rochers arides, et il en est de même des Opuntia, des Aloès, des Ficoïdées et des Sedum. De mon côté, j'avais observé des faits du même ordre, que je passe ici sous silence; mais j'ai pensé qu'une question de cette nature ne pouvait être résolue que par l'expérience. J'ai eu recours à l'obligeance de M. Durieu de Maisonneuve, directeur du Jardin des plantes de Bordeaux, qui a mis immédiatement à ma disposition plusieurs plantes dites *grasses*, sur lesquelles j'ai opéré.

» Ces plantes ont été immédiatement pesées, desséchées et incinérées. Leurs cendres ont été traitées par le carbonate d'ammoniaque, fortement desséchées et pesées de nouveau, afin d'en recarbonater les bases et de les rendre aussi comparables que possible. En suivant ce procédé, la composition immédiate des végétaux a pu être représentée par trois ordres de produits différents : 1° l'eau et les matières volatiles; 2° la matière organique; 3° la matière minérale.

» Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau suivant. Les matières minérales contenues dans les végétaux étant le principal objet de ce travail, c'est d'après leurs quantités relatives, et en allant de la plus faible à la plus élevée, que les végétaux ont été rangés.

*Composition des diverses plantes grasses récemment cueillies.*

| | | Eau et matière volatile. | Matière organique. | Matière minérale. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Cactus peruvianus | 0,9483 | 0,0462 | 0,0055 |
| 2 | Agave gigantesque (indéterminée) | 0,8838 | 0,1085 | 0,0077 |
| 3 | Crassula lactea | 0,9092 | 0,0780 | 0,0128 |
| 4 | Cactus triangularis | 0,8832 | 0,1008 | 0,0160 |
| 5 | Opuntia (indéterminé) | 0,9364 | 0,0464 | 0,0172 |
| 6 | Sedum altissimum | 0,8707 | 0,1090 | 0,0203 |
| 7 | Portulacca oleracea | 0,9096 | 0,0700 | 0,0204 |
| 8 | Semper-vivum arboreum | 0,8912 | 0,0863 | 0,0225 |
| 9 | Cactus quinquangularis | 0,8846 | 0,0928 | 0,0226 |
| 10 | Cactus (indéterminé, à 14 divisions) | 0,9200 | 0,0572 | 0,0228 |
| 11 | Aloès (indéterminé) | 0,7963 | 0,1768 | 0,0269 |
| 12 | Opuntia volutina | 0,9219 | 0,0485 | 0,0296 |
| 13 | Sedum calcareum | 0,8781 | 0,0919 | 0,0300 |
| 14 | Opuntia coccinilifera | 0,8913 | 0,0776 | 0,0311 |

» Il résulte du simple examen de ce tableau que tous les végétaux examinés, sans exception, contiennent de la matière minérale; mais on ne peut voir, sans une surprise profonde, que le *Cactus du Pérou* contient près de 95 pour 100 d'eau; 5 centièmes de matière organique et de matière minérale suffisent donc pour lui donner une forme nettement déterminée et une consistance qui lui permet de résister aux agents extérieurs.

» Il résulte de l'ensemble des faits observés, et notamment de ceux qui sont exposés dans ce travail :

» 1° Qu'il y a de la matière minérale dans toutes les plantes, même dans celles qui paraîtraient n'en pas devoir contenir d'après les circonstances dans lesquelles elles croissent et vivent;

» 2° Que la matière minérale contenue dans un végétal doit s'y trouver au moins dans deux conditions distinctes : 1° simplement dissoute dans le suc végétal, soit comme n'ayant point encore pu être utilisée, soit comme inassimilable, ou comme produit de déjection ; 2° unie ou fixée avec la matière organique ;

» 3° Que ce dernier mode d'union *a lieu en proportions variables*, depuis la quantité la plus minime, celle qui est indispensable à la production de la matière organique, jusqu'à une limite où l'action réciproque des parties devient nulle ; la variabilité des proportions relatives de la matière organique et de la matière minérale indique qu'elles ne sont point unies entre elles comme les éléments des composés fondamentaux de la chimie le sont entre eux.

» 4° *Qu'au lieu d'une combinaison intime, en proportions définies* ENTRE LES ÉLÉMENTS DES MOLÉCULES, *ainsi que cela est et demeure indubitable pour l'acide chlorhydrique, l'eau, l'ammoniaque, l'acide carbonique, etc., etc., il n'y a qu'une simple réunion adhésive avec conservation de la structure fondamentale des produits organiques.* »

BOTANIQUE. — *Sur le* Gonolobus Cundurango. Note de **M. TRIANA**, présentée par M. Roulin. (Extrait.)

« Depuis un certain temps on parle, sous le nom de *Cundurango*, d'un nouvel agent thérapeutique qui ne serait rien moins qu'un antidote du cancer, et viendrait enfin répondre à l'un des grands *desiderata* de l'art médical.

» Ce n'est point à ce titre, d'ailleurs, que le *Cundurango* a d'abord figuré dans la médecine populaire de l'Amérique du Sud, et longtemps on n'y a vu, ainsi que dans d'autres plantes du même pays, le *Guaco*, le *Matos*, etc., qu'un remède contre la morsure des serpents.

» Ces sortes de blessures, en apparence si légères, étant, dans bien des cas, suivies d'une prompte mort, on ne s'étonnera point d'apprendre que la découverte des remèdes qui passent pour les guérir ait été partout, dans l'opinion populaire, entourée d'un certain merveilleux ; mais ce qui vaut la peine d'être remarqué, c'est que ce merveilleux soit presque partout le même. Il s'agit toujours d'un animal qui, faisant la chasse aux reptiles, recourt, pour se préserver de leur morsure ou pour neutraliser leur venin, à quelque plante du pays. La plante, d'ailleurs, ainsi que l'animal qui l'a fait connaître, varie suivant les localités. Ainsi, dans la vallée du Magdalena et dans les montagnes qui s'élèvent de ses deux côtés, c'est un Héron, le

*Guaco*, qui se guérit avec les feuilles d'une composée que Humboldt et Bonpland ont appelée *Mikania guaco*. Dans la Nouvelle-Grenade encore, mais dans les grandes plaines qui s'étendent à l'orient de la Cordillère des Andes, c'est un petit mammifère qui obtient le même résultat en rongeant les racines tuberculeuses d'une Aristolochiée que les naturels appellent de son nom *Matos*. Dans l'État de l'Équateur enfin, c'est le *Condor* qui emploie comme contre-poison du venin des serpents les feuilles d'une espèce de *Gonolobus*, désignée, pour cette raison, sous le nom de *Cundur-angu*, c'est-à-dire liane du Condor (1).

» Quelques Gonolobées sont considérées par les indigènes comme des poisons violents, et c'est par suite de cette croyance qu'on serait arrivé à découvrir leur action contre le cancer. On rapporte qu'une Indienne de Loxa, qui connaissait les effets meurtriers du *Cundurango* et voulait se défaire de son mari, lui administra avec persévérance une infusion de cette plante; mais, loin de causer sa mort, elle le guérit d'un cancer dont il souffrait depuis longtemps. C'est cette histoire, devenue légendaire, qui paraît avoir suggéré au D[r] Eguiguren, médecin et frère du Gouverneur de la province de Loxa, l'idée d'essayer le *Cundurango* dans les affections cancéreuses et syphilitiques. On assure que ces essais eurent un plein succès. Plus tard, le Gouverneur lui-même, appelé à Quito par des fonctions politiques, y obtint un égal succès sur plusieurs autres personnes. Le Président de l'Équateur, don Gabriel-Garcia Moreno, informé de ces guérisons, notamment de celles qui s'étaient produites dans les hôpitaux de la ville, crut de son devoir de donner à ces faits la plus grande publicité, afin d'attirer l'attention des gouvernements de l'Europe et de l'Amérique sur une découverte qui, si elle se confirmait, comme il en avait l'espoir, donnerait à la primitive patrie du Quinquina un nouveau titre à la reconnaissance du monde. En conséquence, on distribua avec la plus grande libéralité des tiges du *Cundurango*, et l'on en fit parvenir par voie diplomatique aux gouvernements amis, avec prière de les soumettre à l'étude des médecins, des botanistes et des chimistes.

» J'étais encore en Angleterre quand le gouvernement anglais reçut et transmit à l'établissement botanique de Kew les échantillons du *Cundurango* pour y être déterminés. On me permit de les examiner; mais il me fut impossible alors de reconnaître, d'après de simples morceaux de tiges,

(1) S'il était vrai que les trois animaux eussent les habitudes qu'on leur a attribuées, il faudrait confesser que l'instinct les avait assez bien guidés en leur faisant rechercher les contre-poisons dans des plantes certainement douées de propriétés très-énergiques.

une plante que je n'avais pas vue auparavant. Quant à ce qui se disait des propriétés anticancéreuses qu'on lui attribuait, je ne pus me défendre de témoigner quelque incrédulité, me souvenant qu'en Amérique on donne quelquefois le nom de *cancer* à des ulcères atoniques de mauvaise nature, syphilitiques, gangréneux, etc., qui peuvent être guéris ou améliorés au moyen de plantes empruntées à la médecine populaire du pays. Plus tard, cependant, mes doutes s'affaiblirent lorsque j'eus lu attentivement les documents authentiques émanés des médecins de l'État de l'Équateur et d'autres parties de l'Amérique qui ont fait la description circonstanciée des maladies traitées et guéries par le *Cundurango*.

» Les journaux officiels de la République de l'Équateur et des Républiques voisines s'étant occupés, à plusieurs reprises, de cette importante question, et le gouvernement de la Colombie, en particulier, ayant témoigné le désir de la voir complétement éclaircie, j'ai, en ma qualité de Colombien, pensé qu'il était de mon devoir de faire l'étude botanique de cette plante intéressante. Quant à ses propriétés médicales, si je ne suis pas en mesure de les vérifier, je ne dois pas cependant dissimuler mes convictions à cet égard; d'après les documents et pièces à conviction qui ont passé sous mes yeux, je crois ne pas trop m'avancer en disant : 1° que, parmi les descriptions des maladies traitées en Amérique par le *Cundurango*, il y en a plusieurs qui paraissent bien ne pouvoir s'appliquer qu'à des affections cancéreuses; 2° que, même dans le cas d'une erreur de diagnostic de la part des praticiens qui ont essayé le médicament en question, il resterait toujours suffisamment établi qu'il a guéri des maladies tout aussi graves et, autant qu'on peut croire, aussi incurables que le vrai cancer; 3° que, d'après la famille à laquelle le *Cundurango* appartient, et jugeant par analogie, il y a tout lieu de croire que cette plante possède des propriétés antisyphilitiques et dépuratives, comme plusieurs autres Asclépiadées, par exemple les *Calotropis*, les *Scammonées*, les *Tylophora*.

» Les membres du Gouvernement de l'Équateur, dans le zèle qu'ils ont mis à propager cette découverte, n'ont été évidemment inspirés que par un mouvement généreux et désintéressé; mais, comme plusieurs d'entre eux étaient complétement étrangers à l'art médical, il est bien permis de croire qu'ils ont pu se tromper quant au diagnostic difficile et délicat du cancer, tandis que, même pour les plus compétents, il faut faire la part à l'enthousiasme qu'excite naturellement l'annonce d'une grande et utile découverte.

Ce qui viendrait à l'appui de cette supposition, c'est que le *Cundu-*

*rango*, en Europe, n'a donné jusqu'à présent que des résultats négatifs dans les cas de cancers bien caractérisés (1). Mais pour que ces résultats pussent être considérés comme ôtant toute valeur à ceux qu'on a obtenus en Amérique dans des expériences dirigées par des médecins éclairés, il faudrait être certain que dans les deux pays les expériences ont été faites dans les mêmes conditions. Est-on en mesure d'affirmer que la plante, en se desséchant, ne perd pas beaucoup de son activité? Le mode d'administration a-t-il été exactement le même en Europe qu'en Amérique? Enfin ne serait-il pas possible que, dans les envois de Cundurango, on eût confondu diverses espèces de Gonolobées (2)?

» Par des circonstances particulières, je crois être arrivé à déterminer botaniquement le *Cundurango*. Il y a quelque temps, on soumit à mon examen, sous le nom de *Cundurango*, les échantillons en tiges, feuilles et fruits, d'une plante de la Nouvelle-Grenade, que je reconnus facilement pour une de celles que j'avais récoltées moi-même dans la région chaude du Magdalena. C'est une espèce du genre *Macroscepis*, des Asclépiadées que M. Decaisne, savant monographe de cette famille, a reconnue comme nouvelle, et à laquelle il a bien voulu donner mon nom (3).

» En même temps, j'ai consulté la description botanique assez détaillée du *Cundurango* de l'Équateur, faite sur les lieux et d'après nature par M. Fuentes, pharmacien, qui en a fait l'étude botanique et chimique.

---

(1) On devra remarquer toutefois que des résultats négatifs perdent beaucoup de leur importance quand un nouveau médicament n'est essayé, comme c'est trop fréquemment le cas, que sur des malades dont la fin est évidemment inévitable et très-prochaine.

(2) Pour croire à la possibilité d'une confusion de ce genre, il suffira de se rappeler ce qui est arrivé avec les Quinquinas. Dans l'origine, les botanistes eux-mêmes confondaient, sous le nom de *Cinchona*, des plantes qui font partie maintenant de plusieurs autres genres. Il a fallu plus d'un siècle pour débarrasser la science des erreurs qui auraient pu compromettre le succès de ce précieux médicament, et qui, en tout cas, l'ont singulièrement retardé. J'espère que la publication que je viens de faire d'importants documents inédits sur les Quinquinas contribuera à éclaircir les questions si longtemps en litige.

(3) *Macroscepis Trianæ*, Dcne.— Ramis cortice suberoso, ramulis annotinis foliisque junioribus hirsutissimis, foliis cordatis ovatis, acuminatis, breviter petiolatis, floribus congestis, pedunculis brevibus bracteatis, foliolis calicinis tenuibus ovato-lanceolatis, pilosis, corolla campanulata, tubo glabro lobis ovato-rotundis, extrorsum puberulis supra papillosis, gynostegio brevi, foliolis coronæ rotundatis compressis subinvolutis, facie ventrali costulata, stigmate pentagono depresso, antheris membrana destitutis, pollinis massis cuneatis compressis, folliculis carnosculis ovato-oblongis, apices attenuatis, 7-alatis glabris, seminibus compressis, margine denticulatis.

D'après les caractères qu'il lui attribue, la plante appartient, comme le *Macroscepis*, au groupe des Gonolobées des Asclépiadées. Le *Cundurango* a évidemment des affinités intimes avec ce *Macroscepis*, mais ne peut pas être rapporté à ce genre à cause de sa corolle, que M. Fuentes décrit comme étant rotacée. Ce même caractère éloigne le *Cundurango* des *Fischeria*, un des genres alliés au groupe des Gonolobées. A l'Équateur, on a cru que le *Cundurango* pouvait être un *Oxypetalum;* mais les Oxypétales ont des fruits lisses, des styles bifides, des pétales linéaires, caractères tout à fait distincts de ceux du *Cundurango*. Il ne reste donc, de tous les genres alliés au groupe de Gonolobées, que le genre *Gonolobus* lui-même, auquel puisse être rapporté le *Cundurango*. Quant à moi, toute hésitation à ce sujet a disparu, ayant pu examiner dans les bureaux du Consulat de l'Équateur les fruits et feuilles du *Cundurango;* les premiers sont des follicules à côtes longitudinales, et les dernières sont cordées et profondément échancrées à la base, comme dans la généralité des espèces du *Gonolobus*. Le *Cundurango* est donc une espèce de *Gonolobus* qui, d'après ses caractères botaniques, doit être nouvelle, et que nous appellerons *Gonolobus Cundurango* (1). Plusieurs autres espèces de *Gonolobus* ou de Gonolobées de la zone tropicale américaine doivent posséder des propriétés analogues; mais, avant que leur valeur thérapeutique respective soit constatée, on devra éviter de les confondre. »

LITHOLOGIE. — *Présence de la dunite en fragments empâtés dans les basaltes de l'île Bourbon; par* M. STAN. MEUNIER.

« On sait combien sont fréquents, dans l'intérieur des basaltes, les nodules de péridot. Déjà même on a insisté sur la diversité de nature de ces nodules, et l'on a constaté que beaucoup d'entre eux sont réellement constitués par la lherzolite. Or des essais chimiques m'ont conduit à reconnaître, dans les nodules péridotiques des basaltes de l'île Bourbon, non pas le péridot pur, ni la lherzolite, mais précisément la roche découverte à la Nouvelle-Zélande par M. de Hochstetter, et désignée par lui sous le nom de *dunite* (2).

» D'après les analyses de M. Reuter et de M. Madelung, cette roche résulte du mélange du péridot ferrifère (hyalosidérite) avec une petite quan-

(1) *G. Cundurango*, ramulis sulcatis, petiolis pedunculisque pube gricea indutis, foliis longiuscule petiolatis cordatis sinu lato cuspidatis supra puberulis, subtus cinereo tomentosis mollibus a basi 5-nerviis folliculis ovato-oblongis ventricosis 4-alatis glabris.

(2) *Leonhard's Neues Jahrbuch fur Mineralogie*, etc., année 1865; p. 94.

tité de fer chromé, disséminé en grains cristallins. Je ne connais la dunite que par l'échantillon donné au Muséum par M. de Hochstetter lui-même, et enregistré au catalogue *Carré* sous le n° 845. Mais j'ai retrouvé tous ses caractères, sans exception et d'une manière rigoureuse, dans les fragments péridotiques empâtés dans les laves basaltiques de Bourbon. Je citerai spécialement à cet égard un échantillon donné par M. Textor de Ravizy, et porté au catalogue *Carré* avec le n° 449.1, et un échantillon rapporté par le voyageur Leschenault et affecté du signe 2. C. 99.

» La seule différence de cette dunite empâtée avec l'échantillon donné par M. de Hochstetter est qu'elle est, du moins dans certains points, plus grenue et plus friable. Mais cette circonstance peut être simplement spéciale aux fragments comparés entre eux et ne pas se retrouver dans d'autres. En outre, il est possible que la haute température du basalte et les actions qui ont accompagné sa sortie aient eu quelquefois pour effet de modifier la structure de la roche péridotique.

» Quoi qu'il en soit, le fait de la présence de la dunite dans le basalte de Bourbon m'a paru mériter d'être signalé, parce qu'il révèle l'existence, dans les profondeurs du globe et sur de très-vastes étendues, d'une roche connue seulement jusqu'ici sur les hautes montagnes qu'elle constitue près de Nelson, à la Nouvelle-Zélande, roche qui, suivant la remarque de M. Daubrée (1), offre le caractère intéressant de reproduire dans sa constitution minéralogique le type très-rare de météorites auquel appartient la pierre tombée à Chassigny, dans la Haute-Marne, le 3 octobre 1815. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales et leur origine cosmique; par* **M. Donati**. Lettre à M. Delaunay.

« Florence, le 20 mars 1872.

» Je prends la liberté de vous prier de présenter en mon nom à l'Académie des Sciences une lecture que je viens de publier dans le journal *la Nuova Antologia* de Florence (cahier de mars 1872), sur les aurores boréales. Cette lecture n'est pas exclusivement destinée aux savants, et c'est pour cela qu'elle contient des choses tout à fait élémentaires. Mais pourtant je me permets de la présenter à l'Académie, parce que j'y suis revenu sur des idées que j'avais déjà soutenues autrefois, pour expliquer les phénomènes des aurores boréales.

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t XXIII, p. 407; 1866.

» En effet, j'eus l'honneur d'envoyer, dès 1869, à l'Académie, une leçon que je fis à Florence, au commencement de cette année, et qui fut alors imprimée dans différents Recueils scientifiques, entre autres dans le journal scientifique *la Rivista Urbinate* (cahier de mai 1869). Dans cette leçon, je fis une histoire succincte, mais aussi complète et exacte qu'il me fut possible, non-seulement des différents faits, mais encore des différentes opinions qui me conduisirent alors à écrire ce qui suit : « Dans l'état actuel » de la science, pour se rendre compte des rapports qui se passent entre » les planètes et les phénomènes solaires, on ne peut mieux faire que » d'avoir recours aux phénomènes électro-magnétiques. » Et j'ajoutais que le Soleil doit exercer une influence électro-magnétique sur les planètes, et « qu'il doit de son côté subir un influence (*influsso*) semblable de la part » des planètes, qui (si elles sont, comme le Soleil, des corps électro-ma- » gnétiques) pourront en modifier l'état électrique, d'une manière ou d'une » autre, selon qu'elles seront plus près ou plus loin du Soleil, ou selon » qu'elles seront d'un côté ou d'un autre côté de lui. » Et j'insistais beaucoup sur les liens qui me paraissaient exister entre les phénomènes solaires et nos aurores boréales.

« Dans la lecture que je viens de publier, je soutiens encore que les aurores boréales peuvent bien dépendre d'un échange d'électricité entre le Soleil et les planètes, et je suppose que cet échange est peut-être la cause qui modifie l'état électrique naturel de la terre et produit nos aurores boréales.

» Il me paraît que cette opinion peut rendre compte non-seulement des périodes des aurores boréales, dont M. Loomis s'est si savamment occupé, mais encore de la circonstance, qui semble assez bien constatée par l'expérience (1), que les phénomènes lumineux des aurores se manifestent d'abord dans les pays les plus orientaux, et plus tard dans les pays les plus occidentaux. On n'a qu'à supposer qu'un courant électrique part du Soleil ou va vers le Soleil ; et alors on peut *au moins concevoir* que certains phénomènes des aurores boréales ne puissent se vérifier que dans ces endroits de notre atmosphère qui ont une certaine direction et une certaine position par rapport à ce courant. Et, en conséquence, les phénomènes auroraux pourront devenir visibles sous les différents méridiens terrestres, à mesure que le mouvement diurne de notre planète amène successivement

---

(1) Denison Olmsted, *Smithsonian Contributions*, January, 1855 ; p. 44-45. — H. Tarry, *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 549.

les différents méridiens à prendre la même position et la même direction par rapport à ce courant.

» J'ai fait cette courte analyse de mes publications sur ce sujet, parce que je vois que M. Tarry a présenté à l'Académie (séance du 11 mars 1872) une Note dans laquelle il est dit que M. Tacchini, dès le 23 avril 1871, développait l'opinion « que nos aurores polaires ne sont autre chose, au moins dans le » plus grand nombre de cas, qu'un phénomène d'induction électrique, dû « aux grandes aurores qui se produisent sur le Soleil. »

» M. Tarry n'a fait que rapporter ce que M. Tacchini lui-même a souvent écrit dans les journaux italiens, c'est-à-dire qu'il fut le *premier* à faire connaître en 1871 « que nos aurores boréales ont des liens avec les phénomènes » solaires ». Je suis au contraire obligé d'affirmer qu'en tout cas cette opinion (quelle qu'elle soit) appartient plutôt à moi qu'à M. Tacchini. Du reste, on n'a qu'à lire ma Leçon de 1869 pour se convaincre de l'exactitude de ce que je viens de dire.

» Quant aux observations spectrales que j'ai pu faire à l'occasion de l'aurore boréale du 4 février passé, je vais les résumer en peu de mots.

» Le 4 et le 5 février, j'observai le bord du Soleil au spectroscope, et je vis un assez grand nombre de protubérances, mais je ne remarquai rien de vraiment extraordinaire ni dans le nombre ni dans la grandeur de ces protubérances. Seulement, le 5, je remarquai que l'enveloppe rouge, ou d'hydrogène, qui entoure le Soleil, se montrait plus élevée que d'ordinaire dans la direction de l'équateur terrestre.

» Le spectre de l'aurore boréale manifesta une lumière très-faible, mais continue, du rouge au violet. J'y vis la raie verte très-brillante et deux autres raies lumineuses très-faibles, l'une dans le rouge et l'autre dans le bleu. Je ne pus déterminer que la position de la raie verte : selon mes observations, elle correspond à la division 1253 de l'échelle de Kirchhoff. Je ne puis pas donner cette position comme absolument exacte, mais je crois pouvoir assurer que la raie verte était *un peu plus* réfractée que la raie 1245,6 du Soleil, que je pus observer le 5 février avec le même spectroscope qui m'avait servi le soir du 4 février pour la lumière de l'aurore boréale.

» M. le directeur général des télégraphes italiens ayant eu la bienveillance de me communiquer toutes les observations faites par les employés télégraphiques pendant l'aurore du 4 février, j'ai pu en conclure que les perturbations sur les lignes télégraphiques ont été plus sensibles dans la direction de l'est à l'ouest que dans la direction du nord au sud, comme l'a déjà fait remarquer M. Tarry pour les lignes de la France. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les propriétés de la moëlle des os.* Note de M. V. **Feltz**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans son travail sur les embolies capillaires, M. Feltz, de Strasbourg, a déjà démontré, cliniquement et expérimentalement, que les lésions osseuses étaient très-souvent le point de départ des accidents périphériques multiples connus sous le nom d'*infection purulente*, et de plus que la propagation des lésions se faisait par des détritus venant des os mêmes, ou au moins des vaisseaux de ces derniers. Aujourd'hui, il démontre, par des expériences nouvelles, que, par l'intermédiaire du tissu médullaire des os, on peut introduire à volonté toute espèce de substance liquide ou en suspension moléculaire dans le système veineux.

» *Première série d'expériences.* — Les substances septiques et les alcaloïdes toxiques, injectés dans le tissu spongieux des os sur le vivant, sont absorbés et agissent aussi vite que si on les introduisait directement dans les veines.

» *Deuxième série d'expériences.* — Le pus, le lait et les poussières fines, de quelque nature qu'elles soient, organiques ou autres, passent dans le sang et les organes splanchniques aussi facilement que si on les injectait directement dans le système veineux.

» L'examen anatomique et l'étude histologique des pièces démontrent, suivant l'auteur, que les lacunes osseuses du tissu spongieux des extrémités articulaires des os longs et de la substance intertabulaire des os plats sont en connexion directe avec le système veineux, et que le tissu spongieux pourrait être considéré comme un tissu de sinus caverneux à parois solides.

» L'auteur fournit à l'appui de sa thèse huit dessins représentant le résultat de ses expériences. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur la génération spontanée.* Note de MM. **Legros** et **Onimus**, présentée par M. Ch. Robin.

« Il y a six ans déjà, l'un de nous a cherché à déterminer la naissance d'éléments anatomiques ayant forme déterminée, dans un liquide amorphe, d'origine organique, et identique à celui qui accompagne certains éléments anatomiques, tels que les leucocytes dans la sérosité des vésicatoires. Ce liquide était renfermé dans une membrane endosmotique qu'on plaçait au milieu de tissus vivants. Au bout de deux jours, on trouvait le liquide rempli de leucocytes. On a objecté à cette expérience le passage des leucocytes à travers la membrane, grâce à leurs mouvements amiboïdes. Nous avons répondu à cette objection par d'autres expériences qui démontrent

que lorsque la membraune intérieure est inerte et ne peut être le siége des phénomènes d'endosmose, on ne trouve pas de leucocytes. Sans nous arrêter sur ces expériences, nous ferons cependant remarquer que nous avons choisi une membrane endosmotique, parce que les manifestations vitales et la formation d'éléments ayant forme nécessitent non-seulement un liquide favorable au point de vue chimique, mais encore des phénomènes constants d'endosmose et d'exosmose et un renouvellement moléculaire continu.

» Pour rechercher quelle pouvait être, dans les fermentations, l'influence des milieux extérieurs sur les liquides renfermés dans l'intérieur d'une membrane endosmotique, nous avons mis dans des tubes de verre, fermés à leurs extrémités par du papier parchemin, de l'eau sucrée préalablement bouillie. Ces tubes étaient plongés dans des vases renfermant de l'eau sucrée fermentant sous l'influence de la levûre de bière. Au bout de quelques jours, le sucre renfermé dans les tubes offrait tous les caractères de la fermentation alcoolique, et au microscope on constatait la présence de spores de la levûre. Ces faits ont été présentés à la Société de Biologie en 1869. On ne pouvait objecter, dans ce cas, le passage des corpuscules à travers la membrane, grâce à leurs mouvements amiboïdes; l'épaisseur de la membrane et sa constitution physique éloignent également toute idée de pénétration mécanique passive. On nous objecta que la ligature de la membrane contre le verre pouvait être défectueuse et laisser des ouvertures imperceptibles, mais par lesquelles les corpuscules auraient été introduits. De plus, au moment de la fermeture des tubes, l'eau sucrée ayant été un instant au contact de l'air, on trouvait dans ce fait une nouvelle objection.

» Les expériences que nous venons de faire récemment répondent, il nous semble, à toutes ces objections. En voici le résumé :

» Nous enlevons une portion de la coque d'un œuf, près de la chambre à air, en laissant complétement intacte la membrane enveloppante, dite *membrane de la coque*, et nous plongeons cette partie de l'œuf dans de l'eau très-fortement sucrée. Au bout de quelques heures, le mouvement d'endosmose a fait pénétrer dans l'œuf du sucre, comme cela est facile à constater par les réactifs ordinaires. Cet œuf est ensuite plongé dans de l'eau sucrée en fermentation, à une température de 35 à 37 degrés. Au bout de deux à trois jours, mais surtout après sept ou huit jours, on constate au microscope la présence, dans le blanc d'œuf, des spores de la fermentation sucrée.

» L'air extérieur n'a pu pénétrer dans l'intérieur de l'œuf, et il est de toute évidence qu'il n'y avait primitivement aucun germe ni dans le blanc ni dans le jaune de l'œuf. Il faut donc que ces spores se soient formées spontanément, ou qu'elles aient pénétré à travers la membrane. Or cette membrane est partout continue, et elle ne renferme normalement aucune ouverture. D'ailleurs, dans les œufs préparés identiquement et maintenus dans la levûre de bière, mais sans présence de sucre, on ne trouve pas de spores. De plus, en maintenant, dans un tube fermé par cette membrane, de la levûre de bière fraîche, on ne trouve pas à l'extérieur de cette membrane, ni dans l'eau distillée dans laquelle plonge le tube, les spores de la levûre de bière. La membrane n'est donc pas traversée par ces éléments.

» D'un autre côté, dès qu'il y a la plus légère ouverture, on s'en aperçoit immédiatement, car il y a une forte pression intérieure par suite de l'endosmose, et cette pression détermine aussitôt la sortie de gouttelettes albumineuses, qui apparaissent à la face externe de la membrane toutes les fois où elle a été accidentellement ou expérimentalement piquée.

» Le mouvement considérable d'endosmose qui se produit fait gonfler l'œuf, et, dans beaucoup de cas, fait rompre la membrane; on ne réussit à conserver la membrane intacte que dans un nombre de cas très-limités. On peut obvier à ces inconvénients en solidifiant la membrane, par une légère cuisson, ou en faisant une contre-ouverture à l'autre bout de l'œuf, dans laquelle on scelle un tube de verre, rempli de coton à sa partie supérieure.

» Il n'est point nécessaire de laisser la membrane constamment en contact avec de l'eau sucrée en fermentation, mais il faut quelques jours pour que les spores se trouvent en assez grande quantité dans l'intérieur de l'œuf. Voici les conditions qui nous ont paru les plus favorables : douze à quinze heures de contact avec l'eau fortement sucrée, un même nombre d'heures avec l'eau sucrée en fermentation, puis laisser l'œuf uniquement à la température moyenne du laboratoire pendant quelques jours, en le remettant une ou deux fois pendant quelques instants en contact avec de l'eau sucrée en fermentation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la marche de la putréfaction cadavérique chez les sujets alcoolisés.* Note de M. CHAMPOUILLON, présentée par M. Larrey.

« Il est admis, en médecine légale, que les signes de la rigidité et de la putréfaction cadavériques peuvent être utilement consultés, quand il s'agit

de déterminer l'époque de la mort. Ces signes peuvent être exceptionnellement précoces ou tardifs dans leur apparition. Les causes qui favorisent et accélèrent le développement de la décomposition putride se rapportent au milieu ambiant et au sujet lui-même. Les premières sont l'air chaud, humide et chargé d'électricité; les secondes comprennent la jeunesse, l'obésité, la constitution plus ou moins humide du cadavre, et surtout la nature des maladies qui ont amené la mort. Ainsi, parmi les affections générales, celles qui altèrent les humeurs et les solides organiques pendant la vie, telles que le scorbut, la variole, l'anasarque, les fièvres putrides, certaines cachexies, précipitent le début de la putréfaction. L'alcoolisme, en abaissant la vitalité des tissus, hâte-t-il pareillement leur dissolution après la mort? M. Champouillon le croit, et il trouve la démonstration de son opinion dans les faits qu'il a observés pendant la prise de Paris et qu'il résume dans cette Note.

» Le 22 mai, entre trois et quatre heures du matin, quatorze fédérés furent exécutés près du cimetière d'Auteuil; dès le même jour, vers midi, ces quatorze cadavres avaient pris une teinte violacée, la face était livide, fortement tuméfiée, et les blessures exhalaient l'odeur caractéristique de la putréfaction qui commence. Des phénomènes de décomposition tout aussi rapide se sont manifestés et ont pu être constatés sur les différents points de Paris où des insurgés ont succombé en combattant.

» Sur 441 cadavres reconnus en sa présence, M. Champouillon est parvenu à apprendre que 296 étaient ceux d'individus adonnés depuis longtemps à l'ivrognerie.

» Les cadavres de 58 militaires tués à l'attaque des barricades ou en d'autres rencontres présentaient, sous le rapport de la conservation, un contraste frappant avec ceux des fédérés tombés aux mêmes lieux et au même moment.

» Du lundi 22 au jeudi 25 mai, le temps fut chaud, mais sans influence orageuse. Le vendredi 26, la pluie tomba avec abondance, et il y eut un abaissement notable dans la température atmosphérique, circonstance propre à retarder la fermentation putride. Néanmoins, M. Champouillon a pu constater, place des Vosges, place de la Bastille et dans les rues voisines, que les corps des insurgés gisants pêle-mêle avec ceux des militaires, avaient conservé sur ceux-ci leur avance habituelle dans la marche de leur décomposition.

» M. Champouillon, rapprochant les nombreuses observations qui font l'objet de cette Communication, croit pouvoir affirmer que l'ivrognerie crée

dans l'organisme une sorte d'adynamie morbide, analogue à l'adynamie des fièvres putrides, et capable de favoriser la rapidité d'action des causes de décomposition *post mortem*; que la putréfaction cadavérique, chez les sujets alcoolisés, prend et conserve une avance marquée sur le début de la putréfaction cadavérique chez les individus relativement sobres. Il pense qu'il serait peut-être prématuré de vouloir fixer, dès à présent, les limites de cette avance, que des recherches ultérieures permettront de déterminer, un jour, avec plus de précision. »

M. **Larrey** ajoute que la Note de M. Champouillon lui a paru mériter l'attention de l'Académie, eu égard à diverses Communications reçues par elle pendant ou après le siége de Paris, et surtout à l'occasion de la lecture faite, dans la dernière séance, par M. le Secrétaire perpétuel, d'une Lettre de M. le Président de l'Académie de Médecine sur l'établissement d'une *Association française contre l'abus des boissons alcooliques.*

M. É. **Deschamps** adresse une Note relative à un moyen d'empêcher la gelée en hiver.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. **Beaude** adresse une Lettre relative à un perfectionnement à apporter aux procédés de tannage.

(Renvoi à l'examen de M. Bouley.)

M. **Babois** adresse une Lettre relative à une précédente Note sur les propriétés des aimants.

On fera savoir à l'auteur que, d'après l'avis de la Commission chargée d'examiner cette Note, elle n'est point de nature à faire l'objet d'un Rapport.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 mars 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Mémoires de la Société impériale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers* (*ancienne Académie d'Angers*), *nouvelle période;* t. XII (1869), n$^{os}$ 3 et 4. Angers, 1869; in-8°.

*Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers* (*ancienne Académie d'Angers*), *nouvelle période;* t. XIII, 1870; t. XIV, 1871, n° 1. Angers, 1870-1871; 2 vol. in-8°.

*Cours de Physique à l'usage des élèves de la classe de mathématiques spéciales; par* MM. Ch. BRISSE *et* Ch. ANDRÉ; 2$^e$ fascicule. Paris, 1872; in-8°.

*Étude comparative des formules nouvellement proposées pour calculer le débit des canaux découverts; par* M. BAZIN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

*Étude anatomique de quelques graminées, et en particulier des* Agropyrum *de l'Hérault; par* DUVAL-JOUVE. Paris, 1870; in-4°.

*Des comparaisons histotaxiques et de leur importance dans l'étude critique des espèces végétales; par* J. DUVAL-JOUVE. Paris, 1871; in-4°.

*Étude anatomique de l'arête des graminées; par* J. DUVAL-JOUVE. Paris, 1871; in-4°.

*Des* Salicornia *de l'Hérault; par* J.-M. DUVAL-JOUVE. 1$^{re}$ partie : *Observations anatomiques et morphologiques*. Paris, 1868; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

(Ces cinq derniers ouvrages sont présentés, au nom de M. Duval-Jouve, par M. Brongniart.)

*Paléontologie française ou Description des fossiles de la France, etc.;* 2$^e$ série : *Végétaux, Terrain jurassique;* liv. 4 : *Algues; par* M. le comte de SAPORTA. Texte, feuilles 10 à 12; planches 21 à 28. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Brongniart.)

*Des dépôts lacustres du vallon de Saucats; par* M. O. LINDER. Bordeaux, 1872; in-8°. (Extrait des *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, t. XXVII.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *De la théorie des aurores polaires.* Note de M. DE LA RIVE.

« La magnifique aurore boréale du 4 février dernier a donné lieu, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* à une foule de Communications dont quelques-unes renferment l'exposition de diverses théories sur la cause de ce phénomène. Occupé à réunir et à coordonner, en les complétant, les nombreuses Publications que j'ai faites sur ce sujet depuis plus de vingt ans, je me permets d'extraire de ce travail, pour les soumettre à l'Académie, quelques considérations dont les Communications que je viens de rappeler justifient l'opportunité.

» D'accord avec la plupart des physiciens, je persiste à considérer les aurores polaires comme un phénomène qui se passe dans l'atmosphère. Je n'en voudrais, au besoin, pour preuve, que la remarque faite par M. Biot, à l'occasion des aurores qu'il avait observées en 1817 aux îles Shetland, que l'aurore ne se déplace jamais par rapport à l'observateur, tandis que si elle était un phénomène cosmique, elle ne suivrait pas le mouvement de

rotation du globe terrestre. C'est ce qu'observe aussi M. Fron (1) qui attribue, comme je l'ai toujours fait, l'aurore boréale à l'électricité provenant des régions équatoriales où la nappe ascendante se partage entre les deux contre-alisés, l'un marchant vers le nord, l'autre marchant vers le sud; ce qui donne l'explication de la simultanéité des aurores polaires, ainsi que celle des perturbations électriques et magnétiques qui les accompagnent dans les deux hémisphères.

» Je ne reviendrai pas sur toutes les preuves qui militent en faveur de cette explication, telles que la coïncidence des aurores australes et boréales, l'apparition, dans les fils télégraphiques, pendant les aurores, de courants électriques continus ou du moins d'une durée sensible, qu'on ne peut donc considérer comme des courants induits et qui ne sont que des dérivations des courants électriques terrestres, cheminant des pôles à l'équateur; telle, enfin, que l'action de ces courants sur l'aiguille aimantée, simultanée avec la présence des courants dans les fils télégraphiques et qui suit les mêmes phases d'intensité et de direction.

» Je ne crois pas inutile de rappeler les observations nombreuses faites par tous les voyageurs qui ont séjourné dans les régions polaires, et qui constatent que, dans ces régions, l'aurore se manifeste tout près du sol et est souvent accompagnée d'un bruit de crépitation et d'une odeur d'ozone, résultats de la transmission de l'électricité à travers l'air. Dernièrement encore, l'intrépide aéronaute Paul Rollier, descendu en Norvége quatorze heures après son départ de Paris, en décembre 1870, se trouva sur le mont Lidde, à 1300 mètres de hauteur, au milieu des brillants rayons d'une aurore boréale, avec accompagnement d'un bruissement particulier et d'une odeur de soufre presque asphyxiante (3). Je pourrais encore citer bien des faits du même genre, mais je me bornerai à mentionner les observations récentes de M. Ozlim Lemström, sur l'électricité de l'air et les aurores boréales, faites pendant l'expédition suédoise de 1868 au pôle nord (4). Cet observateur, qui s'est trouvé plusieurs fois très-rapproché du phénomène, a pu en faire une étude détaillée, qui confirme, comme il le remarque lui-même, la théorie que j'en ai donnée.

---

(1) La Communication de M. Fron, ainsi que celles qui suivent, se trouve dans les *Comptes rendus* de février et de mars.

(2) Voyez mes divers Mémoires et en particulier : *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XVI, p. 314, et *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1171.

(3) *Voyez* la Communication de M. Becquerel père (*Comptes rendus* du 12 juin 1871).

(4) *Histoire des Sciences physiques et naturelles*, juin 1871, t. XLI, p. 141.

» Mais ce qui me paraît établir surtout d'une manière solide l'origine électrique de l'aurore boréale, c'est l'expérience par laquelle j'ai réussi, en 1849 (1), à démontrer l'action du magnétisme sur les jets électriques lumineux transmis à travers les gaz raréfiés. Cette action, constatée dès lors sous diverses formes, et toujours de la manière la plus facile, au moyen de l'admirable appareil de Ruhmkorff, explique très-bien comment l'action magnétique du globe terrestre dispose les jets électriques, qui, de l'atmosphère, aboutissent vers les régions polaires, de manière à leur donner la position qui détermine la situation et la forme de l'aurore, ainsi que les mouvements de translation qu'ils manifestent souvent, et qu'on peut imiter artificiellement.

» Diverses théories ont été mises en avant, à l'occasion de l'aurore boréale du 4 février, principalement par MM. Silbermann, Tarry et von Baumhauer. Toutes ces théories tendent plus ou moins à attribuer une origine cosmique au phénomène, et M. Tarry est disposé, comme Mairan, à l'assimiler à la lumière zodiacale, qui en diffère cependant essentiellement en ce que, contrairement à ce qui existe pour l'aurore, elle est indépendante du mouvement de la Terre. Quant à la coïncidence entre l'apparition des aurores et celle des étoiles filantes, qui est mise en avant dans ces théories, ainsi que le remarque le P. Denza et que je m'en suis assuré moi-même en remontant assez loin en arrière, ces théories ont toutes l'inconvénient d'être très-vagues, et de ne rendre compte ni du fait que les aurores ont pour centres les pôles magnétiques de la Terre, ni des phénomènes magnétiques et électriques qui les accompagnent. Elles ont en outre l'inconvénient, du moins celles de MM. Tarry et von Baumhauer, d'avoir été provoquées essentiellement par le grand éclat de l'aurore du 4 février, qui est un fait exceptionnel, quoique du reste l'aurore du 29 août 1859 l'ait surpassée, sinon par son éclat, du moins par sa durée; ce qui n'a point empêché d'y reconnaître, par les observations dont elle a été l'objet, l'effet de l'électricité terrestre et atmosphérique.

» Deux points importants, parmi ceux qui ont été signalés à l'occasion de l'aurore du 4 février, méritent cependant, je le reconnais, un examen attentif; c'est l'analyse spectrale de la lumière aurorale et l'influence des taches solaires sur son apparition.

» La présence d'une raie spéciale vert-jaune dans la lumière de l'aurore,

(1) *Annales de Chimie et de Physique*; 1849, t. XXV, p. 319, et *Comptes rendus*, 1849, t. XXIX, p. 412.

découverte par Angström, constatée également par Struve, a été confirmée par M. Cornu et par M. Prazmowski, qui a aussi trouvé plusieurs autres raies dans le rouge et même dans le bleu et dans le violet. Or, comme on n'espérait pas avoir retrouvé cette raie vert-jaune dans la lumière des gaz incandescents, on en conclut que la lumière de l'aurore ne se produit pas dans les régions de l'atmosphère. Mais M. Zöllner, dans un travail intéressant, a montré que l'assimilation entre les deux lumières était très-difficile, vu les conditions de température, de pression et d'étendue des masses gazeuses lumineuses, si différentes dans l'un et l'autre cas; et comme, d'après ses propres recherches et les belles et nombreuses expériences de M. Wülner, la disposition des raies varie pour un même gaz avec ces conditions, on ne peut tirer aucune conclusion bien certaine de la comparaison entre les deux genres de lumière.

» Il y a plus, M. Vogel, à la suite d'observations faites sur un grand nombre d'aurores (1) dont il a fait l'analyse spectrale comparativement avec celles de l'air, de l'azote et de l'oxygène, est parvenu à retrouver dans la lumière de ces gaz la plupart des raies de l'aurore, mais il n'y a réussi qu'en diminuant notablement l'intensité de la lumière au moyen d'un affaiblissement des décharges électriques, de façon à se rapprocher le plus possible des conditions dans lesquelles se trouve la lumière de l'aurore. C'est surtout dans l'azote qu'il a trouvé les raies de l'aurore, en particulier la plus brillante. La remarque de M. Respighi, qu'on retrouve cette même raie dans la lumière zodiacale, tendrait simplement à prouver la présence de l'azote dans ce météore, ce qui n'aurait rien de bien étonnant puisqu'on retrouve la ligne bien connue de l'azote jusque dans les nébuleuses. Il résulte de tout cela que tous les résultats de l'analyse spectrale ne sont point contraires à la théorie électro-atmosphérique des aurores boréales.

» Le second point important est relatif à la relation qui existe entre l'apparition des aurores et la présence des taches solaires. M. Wolf, de Zurich, a montré, en réunissant un très-grand nombre d'observations, que le retour périodique des aurores et des perturbations magnétiques coïncide avec celui du maximum des taches sur la surface du Soleil; M. Tacchini a signalé, à l'occasion de l'aurore du 4 février, la présence dans les jours qui l'ont précédée et qui l'ont suivie d'un très-grand nombre de taches solaires et un maximum au moment même de l'apparition de l'aurore, en

(1) *Arch. des Sciences Phys. et Nat.*, avril 1871, t. XLIII.

même temps que beaucoup de protubérances et de flammes brillantes. D'un autre côté, M. Loomis qui, comme M. Wolf, a constaté, en coordonnant les observations de près de deux siècles, la coïncidence des retours périodiques des aurores avec ceux des taches solaires, a montré, en réunissant tous les documents qu'il a pu recueillir, que ces retours n'existent pas pour les régions polaires, où le nombre des aurores qui y sont presque quotidiennes, du moins dans les mois d'hiver, ne varie pas sensiblement d'une année à l'autre. J'en avais conclu, comme M. Loomis l'a fait de son côté, que ce n'est pas le nombre absolu des aurores mais leur intensité qui varie, ce qui explique comment il se fait qu'étant presque toujours à peu près en même nombre dans les régions polaires, il existe des époques où elles ne sont pas assez intenses pour être aperçues dans nos latitudes plus basses.

C'est donc sur l'intensité de l'électricité atmosphérique que l'état de la surface du Soleil aurait une grande influence, ce qui prouverait que c'est dans le Soleil même qu'il faut chercher l'origine de cette électricité. M. Becquerel père a émis à cet égard des idées très-intéressantes que je ne me permettrai pas de discuter ici, me bornant à remarquer qu'il est difficile de décider si, dans la production de l'électricité atmosphérique, l'action du Soleil est une action directe ou une action indirecte qui, en tout cas, serait modifiée par la présence d'un plus ou moins grand nombre de taches.

» Remarquons toutefois que la théorie électrique des aurores boréales est complétement indépendante de cette question. Elle part, en effet, d'un fait incontestable : c'est que l'atmosphère est chargée d'électricité positive dont l'intensité va en augmentant à mesure qu'on s'élève, et que la terre elle-même est chargée d'électricité négative, et cela quelle que soit la cause de ce dégagement d'électricité. Cela admis, il est facile de comprendre que ces deux électricités tendent constamment à se réunir, d'une part par l'intermédiaire du globe terrestre, d'autre part par l'intermédiaire des couches supérieures de l'atmosphère avec l'aide des vents contre-alisés, et que cette réunion, qui a lieu dans les régions polaires, est accompagnée, quand l'électricité a un certain degré d'intensité, d'actions perturbatrices sur l'aiguille aimantée et de la circulation de courants électriques dans les fils télégraphiques, en même temps que d'effets lumineux dans l'atmosphère, effets dont l'apparence est plus ou moins modifiée par l'action du magnétisme terrestre Cette explication, conforme aux lois connues de la Physique, trouve encore sa confirmation dans les phénomènes de divers genres,

principalement météorologiques, qui accompagnent l'apparition des aurores; c'est ce que je démontre dans le travail dont je donne ici simplement un extrait abrégé, et qui, j'espère, ne tardera pas à paraître. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Seconde Communication de* **M. E. Chevreul** *sur l'histoire de la fermentation* (1).

STAHL.

« En commençant cette seconde Communication, je prie l'Académie de croire que je m'en serais abstenu si j'avais la conviction que les écrits dont les théories chimiques de Stahl ont été l'objet sont suffisamment connus, quoique je sois pourtant le premier à dire que les publications faites récemment, notamment en Angleterre, témoignent que les opinions que j'ai émises dès 1851 dans le *Journal des Savants* et dans cette Académie à diverses reprises ont trouvé plus d'un adhérent (2).

» Si la Communication que je vais faire aujourd'hui a trait essentiellement aux idées de Stahl sur la *fermentation*, on verra qu'il m'était impossible d'en parler à l'exclusion de sa *Théorie de la combustion*, tant la liaison de ces deux grands actes chimiques avait d'intimité dans son esprit! et si cette intimité, une fois établie clairement et d'une manière incontestable, montre que les idées professées par Stahl sur la cause de la lumière, de la chaleur et du froid sont plus conformes à la manière dont les physiciens et les mécaniciens envisagent aujourd'hui ces phénomènes que l'est la théorie adoptée plus tard par Lavoisier, d'après laquelle il en faisait dépendre les causes de deux *fluides* dits *impondérables*, la *lumière* et le *calorique*, ce ne sera point une raison d'atténuer en quoi que ce soit la gloire du grand chimiste français. Loin de là; à mon sens, elle en sera relevée, si l'on veut bien examiner *chacune des deux théories de la combustion* sous le double rapport des PHÉNOMÈNES PASSAGERS et des PHÉNOMÈNES PERMANENTS. Les premiers concernent le *feu*, c'est-à-dire la *lumière* et la *chaleur*, et aussi le *froid;* les seconds, les *produits pondérables*, ou, en termes plus précis et plus clairs, les *propriétés permanentes* des corps pondérables unis en vertu de l'affinité et relativement à ce qu'elles étaient avant l'union.

» J'ose dire que la justice rendue à Stahl sur sa *Théorie du feu* et la justice rendue à Lavoisier sur la nature des *produits pondérables de la combus-*

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) *Journal des Savants*.

*tion* fera briller d'un éclat plus vif les services rendus à la philosophie naturelle tout entière par le chimiste français. Et pourquoi? C'est qu'en définitive la chimie actuelle, la chimie de précision, ou, si l'on veut, la *chimie positive*, n'est que l'élargissement, l'épanouissement de l'exemple de la plus grande exactitude apportée dans l'exécution de l'expérience, et de l'interprétation si claire par le bon sens qui l'exprime, que de vulgaires esprits, méconnaissant le génie qui l'a dictée, n'y voient que l'expression d'un simple amateur! L'examen des actions moléculaires, fait au point de vue où je me place, a pour conclusion définitive que la théorie de Stahl concernant la *nature des produits pondérables de la combustion* ne pouvait conduire qu'à l'erreur, contraire qu'elle était au *contrôle expérimental.*

» Voilà en peu de mots, Messieurs, la conclusion à laquelle j'arrive, et si vous partagez mon opinion, justice sera rendue au grand homme qui honore la France, non en rabaissant Stahl, mais en reconnaissant hautement la part du vrai et la part de l'erreur de sa *Théorie de la combustion.*

» Le but que j'ai en vue sera atteint, je l'espère du moins, en examinant successivement :

» Chapitre I. — L'analogie et la différence existant entre les idées générales de Stahl et celles de van Helmont;

» Chapitre II. — Les écrits chimiques de Stahl envisagés au point de vue général;

Chapitre III. — La théorie de la fermentation de Stahl;

Chapitre IV. — La théorie de la combustion de Stahl;

Chapitre V. — Conclusion générale des chapitres précédents. Les théories de la fermentation et de la combustion de Stahl ont le caractère *physique* plutôt que le caractère *chimique*.

### Chapitre I.

*De l'analogie et de la différence entre les idées générales de Stahl et celles de van Helmont.*

» Si je ne suis pas le premier à avoir remarqué que la distinction de la matière en quatre éléments avait dû se présenter à l'esprit, dès qu'on chercha à se rendre compte de la nature de la matière, par la raison que ces êtres représentaient les quatre états d'agrégation des particules dont en tous temps on a considéré les corps formés, à savoir : l'*état solide* représenté par la *terre*, l'*état liquide* représenté par l'*eau*, l'*état gazeux* représenté par l'*air*, et l'*état éthéré*, le plus divisé des quatre, qu'on appela à la fin du XVIIIe siècle l'*état impondérable*, j'irai plus loin aujourd'hui, en disant que jusqu'au temps actuel l'étude physico-chimique de la matière a conduit des philo-

sophes, et beaucoup de chimistes surtout, à introduire dans la science des distinctions tout à fait analogues, lesquelles, élevées à la hauteur d'un *élément* ou d'un *principe*, ne sont en définitive que ce qu'on appelle des *abstractions réalisées*, des *entités*.

» Le système d'idées de van Helmont dont j'ai parlé dans ma première Communication en offre un exemple frappant. Ainsi, après sa première catégorie représentant la *substance absolue*, les trois suivantes, *êtres* ou *principes*, ne sont que des *abstractions réalisées*, des *entités*, en d'autres termes, des *propriétés*, des *qualités*, des *attributs* donnés pour des *êtres* plus ou moins *spirituels*.

» Je ne sache pas une autre manière d'expliquer comment van Helmont fut conduit à établir sa seconde catégorie, les *accidents*, habitant dans les choses. Mais quelques remarques sont indispensables pour bien comprendre ma pensée.

» Ces accidents, qui sont bien des *propriétés*, des *attributs*, étaient pour van Helmont des êtres indépendants de la demeure qu'il leur attribuait, c'est-à-dire des *entités*, puisque, en réalité, nous ne connaissons l'existence de ces *attributs* qu'associés avec d'autres qui, comme les premiers, sont pour nous inhérents à la nature de chaque espèce chimique où elle se manifeste à notre observation.

» D'où la conséquence que la distinction de *quelques-uns* comme *êtres indépendants* du reste des autres attributs est une supposition gratuite en dehors absolument de la véritable science.

» Quant à ses deux *dernières catégories*, les ÉLÉMENTS, l'*air* et l'*eau*, et les PRODUCTIONS SÉMINALES ou corps complexes, les *minéraux*, les *plantes* et les *animaux*, elles sont le complément des idées relatives à la *seconde*, la *troisième* et la *quatrième* catégorie; car, dès qu'il refuse toute activité essentielle aux éléments, l'air et l'eau, il faut nécessairement recourir à des principes compris dans des catégories étrangères à la matière.

« L'air tenant son *élasticité* du *magnale*, et l'eau étant seule capable de former, je ne dis pas des *combinaisons*, puisque le sens chimique de cette expression implique l'activité de la matière, je dis *conjonctions*, parce que van Helmont veut que l'eau en s'unissant avec des *archées spécifiques* se conjoigne à des *principes* qui participent de l'esprit, puisqu'il leur reconnaît une sorte de volonté, et que de plus il admet des *ferments spécifiques* doués d'une volonté supérieure à celle des *archées;* car, suivant l'opinion vulgaire de son temps, la tendance d'un ferment était de changer la nature d'une chose en sa propre substance.

» L'idée que je viens d'exposer de la manière la plus concise quant aux mots, se retrouve dans un assez grand nombre de successeurs de van Helmont, avec la différence pourtant qu'aucun d'eux, du moins à ma connaissance, n'ayant adopté la *passivité absolue de la matière*, ils ont pu admettre la *combinaison*, ou, ce qui revient au même, l'*affinité* comme cause immédiate de l'union chimique des corps.

» Stahl reconnaît de la manière la plus explicite l'*activité de la matière* en général, et en particulier l'*élasticité* de l'air, ou pour parler plus rigoureusement, l'élasticité de l'atmosphère terrestre; il la reconnaît en outre à *l'eau* et au *mercure* réduits en vapeur; mais en admettant, contrairement à van Helmont, l'élasticité de l'air ou de l'atmosphère, comme lui il reconnaît l'incapacité de ses particules à s'agréger entre elles, et ce qui est capital pour apprécier sa théorie de la combustion, il refuse à l'air la propriété de s'unir à aucun corps; enfin, s'il admet, contrairement à van Helmont, l'activité de l'eau, il se rapproche de la manière de voir du chimiste de Bruxelles, en accordant une influence extrême à ce liquide dans ses actions moléculaires, puisqu'il le considère comme l'intermédiaire nécessaire à l'union de tous les éléments.

» Stahl s'éloigne donc beaucoup de van Helmont, en se rapprochant de la véritable science.

» De plus dans sa manière d'envisager les travaux et les écrits de ses maîtres, Kunkel et Becher, le premier connu comme expérimenté en plusieurs arts chimiques, le second renommé comme théoricien, il émet des réflexions en accord parfait avec la disposition si grande que j'ai reconnue aux hommes occupés de l'étude des sciences naturelles à leur origine de *réaliser des abstractions*. Stahl en cite des exemples frappants dans les écrits de Kunkel; il fait allusion à son *calidum*, à son *frigidum*, à son *viscosum*, à son *onctuosum*, à son *sperma*, puissance à laquelle il rattache la cause de la *forme*. Stahl reproche à Kunkel de n'avoir nullement expliqué ni démontré clairement cette *matière visqueuse;* il aurait dû la mettre au rang des *principes*, ou la regarder comme une propriété particulière d'un de ces principes, et il a d'autant plus embrouillé la question, ajoute Stahl, qu'après avoir reconnu la *viscosité* au mercure, il l'a admise dans les métaux imparfaits. Ces critiques de Stahl sont tout à fait judicieuses.

» Mais nous verrons bientôt que Stahl lui-même a payé sa dette à la disposition de l'esprit humain à *réaliser des abstractions*, en dépassant une limite qu'il faut respecter, pour peu qu'on ne veuille pas se laisser entraîner

par des idées systématiques dans le domaine de l'hypothèse. Or Stahl, en parlant de la différence qu'il y a entre *connaître une chose par les sens*, ou en *acquérir la connaissance par la méditation et la réflexion*, émet une opinion tout à fait contraire à la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, parce que c'est l'intelligence qui, méditant sur l'observation d'un phénomène du monde extérieur, prononce en définitive sur l'induction immédiate tirée de l'observation du phénomène, pour savoir si cette induction est fondée ou erronée. En montrant ce que la proposition de Stahl a de dangereux, je m'explique la cause de ses erreurs. Mais je ne ferme pas les yeux sur la différence extrême existant entre l'opinion de Stahl et le conseil donné par van Helmont au savant de dédaigner la logique pour recourir à de ferventes prières adressées à la divinité quand il se propose de faire des découvertes!

### CHAPITRE II.

*Des écrits chimiques de Stahl envisagés au point de vue général.*

» Une distinction tout à fait fondamentale, à laquelle mes études sur l'histoire de la Chimie ont été subordonnées à partir de Stahl, est celle des *phénomènes passagers* apparaissant lorsqu'il y a changement dans l'état moléculaire de corps qui sont en présence, soit qu'il y ait combinaison ou décomposition, ou à la fois combinaison et décomposition, d'avec les *phénomènes permanents* qu'il n'est possible d'examiner qu'après l'accomplissement des phénomènes passagers. Le premier examen de l'étude des *phénomènes permanents* porte sur la comparaison des propriétés que présentaient les corps avant l'action avec celles qu'ils présentent après l'action. C'est à ce point de vue seulement que les différences des théories chimiques de Stahl d'avec celles de Lavoisier sont claires et dès lors peuvent conduire à des conclusions précises; et cette proposition, j'espère la démontrer sans de grands efforts.

» Quel est le caractère par lequel la Chimie se distingue des autres sciences de la philosophie naturelle? Je n'en connais pas d'autre que celui qu'elle tire de sa *spécialité* de distinguer la matière en espèces définies par leurs propriétés physiques, chimiques et organoleptiques; et, quand elles sont composées, par la nature, la proportion et l'arrangement de leurs éléments. Telle est ma définition de la Chimie.

» Comment Stahl définit-il la Chimie? « C'est l'art, dit-il, de dissoudre et » de combiner les corps naturels *mixtes* par *différents mouvements*, etc. »

» Il ajoute : « Le mouvement est l'instrument de la Chimie. »

« La Chimie traite des corps inanimés mixtes et des composés de mixtes. Tous les mixtes et

les composés n'existent qu'à la condition de corps simples appelés communément *éléments;* mais ceux-ci ne se trouvent point isolés dans la nature, et tous, quels qu'ils soient et en raison de parties hétérogènes, ils se montrent divers de figure, de grandeur, de position, de mouvement, comme notre eau, notre terre, notre air, notre æther (1).

» Les corps simples et les éléments, quoique impurs et non isolés, peuvent cependant, en réalité, *être conçus comme distincts par la pensée.*

» Les corps dits *composés* sont ceux qui résultent de mixtes de natures diverses unis en un seul (2). »

» Je fais ces citations afin qu'on sache bien que Stahl excluait ainsi de sa chimie une histoire précise des corps qu'il considérait comme simples, puisque en fait il reconnaissait qu'on ne les trouvait point isolés dans la nature, qu'il ne donnait aucun moyen de les obtenir à l'état de pureté, et qu'il avouait enfin que *leur distinction les uns des autres était une conception de la pensée.* Dès lors, la conséquence de l'insuffisance de ses théories pour tous les cas de détail, puisque la connaissance *des corps simples des éléments était en dehors de l'expérience!* Voilà ce qu'il faut bien comprendre pour apprécier l'œuvre chimique de Stahl et apprécier la distance qui la sépare de l'œuvre scientifique de Lavoisier. Pour prévenir toute objection, j'ajouterai encore quelques citations :

« Deux éléments principaux sont : l'un fluide, sans doute, et l'autre solide, que l'Écriture appelle le ciel et la terre.

» Deux sont fluides; l'un, très-tenu, est appelé l'*æther*, l'autre humide est l'*eau*.

» L'*æther* est un élément très-fluide, très-actif, qui agit sur les autres éléments, les remue, les mêle et est la cause de toute *chaleur* et de *froid*, et des effets les plus divers dans les corps.

» L'*æther* par lui-même étant sans mouvement, constitue le *froid*, et, s'il est en mouvement, la *chaleur*.

» Le soleil lui-même meut l'*æther* à ce point qu'il produit la chaleur, cause de tout mouvement des fluides et de la chaleur : quand le mouvement se fait en ligne droite, il est dit *lumière* ou *æther lumineux*.

» L'*air* n'est rien autre chose que l'*æther* mêlé d'effluves aqueuses et d'exhalaisons des corps solides. L'air le plus dense, qui entoure notre terre, est dit atmosphérique.

» L'autre fluide, plus dense, est l'*eau*, qui constitue la matière de tous les corps, et de laquelle ils sont sortis *matériellement*, comme l'atteste l'Écriture et le reconnaissent les philosophes de l'antiquité.

» Car l'eau est l'intermédiaire du fluide æthéré céleste, et de la terre, l'élément inférieur le

---

(1) *Fundamenta Chymiæ rationalis*, etc., Norimbergæ, 1732, édition publiée deux ans avant la mort de l'auteur; p. 1.

(2) *Idem*, p. 2.

plus dense, dont elle est le véhicule; et c'est ainsi que tous les éléments sont unis et conjoints en elle.

» La terre est l'élément solide, dense, épais, qui donne aux corps la fermeté et la résistance. »

» Il distingue quatre terres : la vitrifiable, la calcaire, la saline, l'éthérée qui est mobile et dite sulfurée ou inflammable.

» Les principes, les éléments des mixtes, des composés, sont la *terre*, l'*eau* et l'*æther;* et d'eux proviennent les PRINCIPES, le *sel* et le *soufre;* quant au MERCURE, il a plus de rapport avec l'*æther* ou avec l'*eau*.

» L'*air* concourt à la mixtion des corps, moins à leur composition proprement dite, et à la vérité non pas tant essentiellement qu'accidentellement, pendant qu'il pénètre les petits espaces ou les pores formés par les humeurs.

» L'*æther*, qui est une matière très-subtile, mobile et cause immédiate et médiate de mouvements, concourt essentiellement à la constitution des fluides et non moins à la mixtion des soufres et des sels.

» L'*æther* diffère beaucoup de l'air (atmosphère) ; car l'*air* est plus dense de beaucoup; il est élastique, rempli d'une multitude d'exhalaisons et véhicule du son ; mais l'*æther* l'est lui-même de la *lumière;* car un rayon de lumière est transmis en ligne droite par l'*æther*, et vraiment dans un moment; mais le son est propagé successivement par lignes circulaires et semblables aux ondes des eaux stagnantes.

### CHAPITRE III.

*Théorie de la fermentation de Stahl.*

» Je ne crois point avoir dépassé le nombre des citations générales nécessaires à donner des idées précises et exactes des théories de la fermentation et de la combustion de Stahl, sans recourir au texte original, et à mettre en parfaite évidence l'intimité des deux théories : c'est ce qui me reste à montrer, en parlant successivement de la fermentation et de la combustion.

» En 1697, Stahl, âgé de trente-sept ans, publiait sa *Zymotechnia fundamentalis*.

» Quand on considère la réputation dont il jouit de son vivant et après sa mort, je me demande comment il se fait que son ouvrage, à mon sens le plus original, n'ait point été traduit en français, lorsque son *Traité du soufre*, de 1713, le fut en 1766, et son *Traité des sels*, de 1722, le fut en 1783, question bien naturelle, quand on sait qu'à l'âge de quinze ans, Stahl

était familiarisé avec les écrits chimiques de Barner, de Kunkel et de Becher, et que l'esprit spéculatif dont il était doué à un degré remarquable ne le rendait point exclusif, puisque malgré les justes critiques sur Kunkel dont j'ai parlé, il appréciait en lui l'homme pratique et la nécessité des recherches expérimentales en chimie. Lors donc il publiait sa *Zymotechnie* en 1697, il témoignait, par l'importance de l'ouvrage, que le goût de l'étudiant de quinze ans pour la chimie, loin d'avoir été stérile, avait porté des fruits préparés et mûris par vingt-deux ans de culture. Ce livre renferme effectivement tout ce qu'il était possible d'écrire de scientifique à cette époque sur la *fermentation*, et j'ajoute, comme je crois en avoir le premier fait la remarque, que la *Théorie de la combustion* de Stahl n'est qu'une extension, un *épanouissement*, si cette expression est permise, de la *Zymotechnie*. C'est dans ce Traité qu'on lit en effet le mot *phlogistique*, avec un chapitre consacré au *soufre*, fait qui ne doit pas surprendre, puisque l'illustre auteur considérait le *principe inflammable* du soufre comme nécessaire à la fermentation.

» Comment donc s'expliquer que la *Zymotechnia fundamentalis* soit moins connue que la théorie du phlogistique, que les traités du soufre et des sels? Ma réponse est celle-ci. C'est qu'avant mes recherches sur l'histoire des connaissances chimiques on n'avait point pris en considération, d'abord l'origine simultanée des théories de la fermentation et de la combustion de Stahl, ensuite la théorie de la combustion avait dans l'esprit de tous les chimistes un degré de généralité que la théorie de la fermentation était loin d'avoir; enfin, j'ajouterai en troisième lieu que la distinction n'avait point encore été faite explicitement des *phénomènes passagers des actions moléculaires* d'avec les *phénomènes permanents* qui leur succèdent, distinction qui établit une différence si évidente entre la théorie de Stahl et de Lavoisier, ainsi que je l'ai fait remarquer à plusieurs reprises.

» Tels sont les motifs qui me paraissent expliquer pourquoi, lorsqu'on a voulu traduire en français des ouvrages de Stahl, on n'a pas préféré à tout autre sa *Zymotechnia fundamentalis*. L'étude de cet ouvrage à laquelle il faut joindre celle de ses *trois cents expériences*, la dernière de ses publications originales, me paraissent indispensables pour porter un jugement équitable sur l'auteur de la *Théorie du phlogistique*.

» Justifions cette manière de voir par un examen rapide de la *Zymotechnie*, des modifications qu'il a pu apporter à ses premières idées et de celles qu'il y a ajoutées.

» Stahl, après avoir énoncé les sens divers du mot *fermentation*, en donne

deux définitions assez longues; si la seconde l'emporte en précision sur la première, cependant il omet d'y parler d'une circonstance notée dans la première, qui semblait ne pas devoir être négligée. Le second chapitre, commençant par l'exposé des deux définitions, comprend ensuite une appréciation brève de chacune des circonstances de la première définition. Puis il revient sur les détails de chacune d'elles dans des chapitres spéciaux, et si tous ne présentent pas un égal intérêt, on y remarque plus d'un passage et plus d'une vue générale qu'on regrette d'avoir été négligés dans des ouvrages consacrés à l'histoire des connaissances chimiques et surtout à un exposé historique relatif aux théories des actions moléculaires.

» Stahl distingue trois espèces de fermentations caractérisées chacune par un produit spécial :

» La fermentation *spiritueuse*, qui l'est par l'alcool;

» La fermentation *acide*, par le vinaigre;

» La fermentation *putride*, par l'ammoniaque.

» Il les considère comme trois phases successives de la décomposition des matières organiques, surtout de celles dont l'origine est végétale.

» Sans prétendre faire une analyse complète de la *Zymotechnia fundamentalis*, j'en exposerai les idées principales.

» Stahl énumère clairement les conditions de la fermentation telles qu'il la conçoit et les principaux phénomènes qu'elle présente.

» La matière fermentescible, loin de se présenter comme homogène, est très-complexe, formée de substances diverses qu'il appelle *huile, sel, terre*, faiblement unies, elle se dissout dans l'eau, et c'est au sein de ce fluide qu'elle présente le mouvement qui caractérise la fermentation : elle commence à le recevoir de l'air ambiant dont la chaleur doit être douce.

» Le *premier effet* du mouvement est de se propager lentement et d'une manière continue dans toute la masse fermentescible et de la préparer à une collision de partie dont la manifestation est le *second effet* de la fermentation; c'est à cette période du phénomène qu'il y a élévation de température, ébullition, écume et trouble du liquide. Des parties se précipitent, et les plus tenues, séparées de celles-là, restent en solution et présentent des composés moins complexes que la matière fermentescible et dont les éléments sont plus fortement unis. Il y a en définitive *διάκρισις* et *σύγκρισις*, c'est-à-dire, analyse et synthèse.

» En dernier résumé, la *fin* ou l'*effet* de la fermentation présente trois actes principaux suivant Stahl (1) :

---

(1) *Zymotechnia*, p. 112.

1° Une simple *décomposition;*

2° Une *atténuation* des parties;

3° Une nouvelle *transposition*, c'est-à-dire un arrangement plus stable des atômes.

» Je vais examiner maintenant les fermentations de Stahl au point de vue le plus général et grâce à la distinction que j'ai faite des actions moléculaires eu égard aux phénomènes qu'elles présentent qui sont *passagers* durant l'action, et permanents après l'action dans les corps qui y ont pris part, il me sera aisé de montrer que la doctrine de Stahl appartient au domaine de la physique bien plus qu'à celui de la chimie; manière de voir qui est d'ailleurs en parfait accord avec la définition de la chimie donnée par Stahl que j'ai citée plus haut, et en opposition avec la mienne.

» Stahl pose le principe qu'aucun corps sublunaire (brut) n'est capable de se mettre en mouvement spontanément; il ne se meut qu'à la condition de recevoir le mouvement d'une cause, d'une puissance qui agit hors delui (1).

» Conséquemment il distingue dans la *fermentation* un *moteur* et des *corps susceptibles de recevoir le mouvement;* ceux-ci sont composés de plusieurs principes, dont l'union n'est pas extrême, de sorte que l'agitation, le frottement, la collision les séparent les uns des autres; ces corps qualifiés de *mobiles* appartiennent aux substances salées, sulfurées et terreuses. Ce commencement de la fermentation est la *diacrèse.*

» Ces substances, une fois séparées, peuvent s'unir dans un ordre différent du premier et constituer ainsi des composés plus stables; cette fin de la fermentation est la *syncrèse.* Les nouveaux composés sont, pour la *fermentation spiritueuse*, l'alcool qui la caractérise, et pour la *fermentation putride, l'alcali volatil* qui la caractérise.

» Les corps moteurs capables d'agir par le mouvement sur les matières fermentescibles sont assez nombreux; j'en citerai quatre : l'eau, l'air, l'æther, le ferment.

» I. *Eau.* — L'eau, indispensable à la fermentation, transmet le mouvement immédiatement à la matière fermentescible. Pour agir efficacement, elle doit être tiède (2).

» Stahl la considère d'ailleurs comme étrangère à la matière fermentescible proprement dite.

---

(1) *Zymotechnia*, p. 100. — *Fundamenta chymiæ dogm. et rat.*, p. 26.

(2) *Zymotechnia*, p. 101, 103, 104, 107, 109, 111.

» II. *L'air.* — L'air ne sert à la fermentation que physiquement, par le choc, l'eau le reçoit et transmet le mouvement qui en est la conséquence à la matière fermentescible.

» Comme l'eau, il doit être tiède.

» Stahl fait remarquer que ce n'est pas l'air atmosphérique, au sein duquel se trouve le vaisseau contenant la matière en fermentation qui est nécessaire; c'est l'air qui frappe le liquide. Seulement, je ne dois pas omettre la citation d'une circonstance où une fermentation s'accomplit sans que l'air semble intervenir : c'est la *bière en bouteille* (1). Enfin je ne puis ne pas faire remarquer que, du temps de Stahl, Bohnius avait fait l'observation de la nécessité de la présence de l'air pour la fermentation du moût de raisin, du suc de groseille, etc.

» Quoi qu'il en soit, Stahl, tout en reconnaissant l'utilité de l'air dans la fermentation, ne le considérait pas comme essentiel (2). Il était beaucoup plus affirmatif, quant à l'absolu nécessité de l'air dans la putréfaction (3).

» III. *De l'æther.* — Jusqu'ici, le plus grand nombre de mes citations ont été empruntées à la *Zymotechnia*. Je m'interromps pour citer *Fundamenta chymiæ dogmatico-rationalis*, ouvrage publié en 1732, non pour la première fois, mais comme édition nouvelle. Il fait intervenir l'*æther* dans la fermentation, non pas l'æther répandu dans l'espace entre les astres, mais un æther qui, s'il n'est pas partie constituante de la matière fermentante, y est uni d'une manière assez intime. Voici ce qu'il dit (4) :

» Puisque la *fermentation* est un *mouvement*, pour qu'elle ait lieu il faut non-seulement une matière *mobile*, mais encore une cause *motrice*.

» Les particules salines, acides, terreuses, sulfureuses reçoivent le mouvement de plusieurs moteurs dont le principal est l'*æther* qui est *concentré* dans leurs particules et tenu à l'*état latent* par la *texture visqueuse* de ces particules. A son mouvement concourt le mouvement chaud de l'extérieur qui l'aide à briser les liens qui le retenaient captif. Mis ainsi en mouvement, il disjoint, disperse et divise les particules; et en vertu de cettte division,

(1) *Zymotechnia*, p. 101, 115, 116.

(2) *Index realis des Opuscules de Stahl, comprenant la zymotechnie*, p. Rrrrr 3, verso, les deux dernières lignes de la 1re colonne.

(3) *Fundamenta chymiæ dogmatico-rationalis*, p. 28.

(4) *Fundamenta*, p. 26, 1732.

les particules les plus subtiles s'élèvent : Ce sont les *spiritueuses*; tandis que les parties grossières et terrestres, plus denses que le liquide au sein duquel la fermentation s'accomplit se précipitent au fond (ce sont les lies fèces).

» Le rôle imposé à l'æther (édition publiée deux ans avant la mort de l'auteur) me suscite deux réflexions :

» La *première* est que, malgré l'extrême élasticité de l'æther, cet æther semblait cependant devenir principe des corps, manière de voir bien différente de celle qu'il avait exprimée à une certaine époque en refusant à l'air la propriété de s'unir aux autres corps.

» La *seconde* est que l'auteur de la théorie du phlogistique, en reconnaissant dans la matière fermentescible l'æther *concentré* SE CACHANT sous la structure visqueuse de celle-ci (*subque harum viscosa textura latitans*), ne fait-il pas jouer à l'æther, dans cette circonstance, un rôle tout à fait comparable à celui que Lavoisier, plus tard, avait reconnu au *calorique latent* de Black, comme principe des liquides et des fluides élastiques?

» N'y a-t-il pas dans le fait que j'expose une circonstance de l'histoire de l'esprit humain propre à attirer l'attention du penseur étudiant l'esprit humain, non d'après des idées *a priori*, mais d'après des faits consacrés par l'histoire des sciences?

» IV. *Du ferment.* — Si Stahl, dans sa manière d'envisager la fermentation, tenait compte de l'idée chimique en parlant du changement de nature de la matière fermentescible en composé plus stable qu'elle, on ne peut se refuser à admettre que dans sa manière de se représenter l'action du ferment l'*idée physique* dominait sur l'*idée chimique*. En effet, qu'était le ferment pour Stahl? Un *agent physique* avant tout; animé lui-même du mouvement, il le communiquait à la matière fermentescible; il ne le considérait pas comme essentiel à la fermentation, parce que, malgré l'importance que van Helmont avait attribuée au levain de pâte dans la confection du pain, Stahl reconnaissait parfaitement que la pâte de froment, abandonnée à elle-même un temps suffisant, fermente naturellement sans addition. Mais il ne suit pas de là qu'il était indifférent à toute considération autre que celle du *mouvement* entre le ferment et la matière fermentescible. S'il n'a jamais défini d'une manière explicite le ferment une matière capable d'en changer une autre en sa propre substance, il a parfaitement exprimé l'*idée d'analogie* entre le ferment et la matière fermentescible, comme pouvant tenir, en définitive, à une certaine analogie de nature entre le ferment

et la matière fermentescible et à un certain mode de mouvement des molécules du ferment relativement aux molécules mêmes de la matière fermentescible.

» Si l'on peut apercevoir quelque analogie entre la communication du mouvement du *ferment* à la *matière fermentescible* et l'équilibre de température qui s'établit entre un corps chaud et un corps froid, il y avait évidemment dans l'esprit de Stahl quelque chose de moins général, de spécial dans le premier cas; car, loin de considérer toutes les molécules du ferment comme identiques, *il attribuait l'activité aux molécules les plus* TÉNUES, *et leur action sur la matière fermentescible se faisait sentir particulièrement à celles des molécules de cette matière qui* LEUR RESSEMBLAIENT.

» Je reproduis ici quelques alinéas de la *Zymotechnie* qui m'ont paru donner l'idée la plus précise que Stahl se faisait du ferment :

« ..... FERMENTUM vocant hanc materiam; partes nimirum *tenuiores, primo mobiles*, et jam quidem *actuali motu* affectas, totius *compositis fermentescentis :* a *crassioribus*, lentioribus, *segnioribus*, semotas, adeoque *mobilitati* promptiori vindicatas.

» Sunt vero hæ ipsæ partes, FERMENTUM proprie et proxime constituentes, *salino-olæosæ* tenues, imo *tenuissimæ*, at *spumido halituosam* usque subtilitatem. Hæ, ubi semel ita è *crassioribus* emotæ sunt, ut liberius deinceps in *fluido* reliquo jactari possint, et ita *sui similibus* collidi; fiunt hoc ipso quasi *instrumentum* atque medium, facilioris excussionis earundem *sui similium*, quæ in compositione adhuc dum hærent.

» Imo videntur hæ ipsæ *tenuissimæ* partes, tunc non modo puro et nudo *allisu*, dimotionem *sui similium* a reliquis, promovere; sed etiam aliquo cohæsionis et *complicationis* modo : nisi malimus dicere quod subtilitate sua, magis in ipsas veluti *commissuras* compositionis, penetrare appareant.

» Sane si consideremus quod certæ *species fermentationum fermento* præbeant, præcipue, et quasi immediate, *eandem speciem* fermentationis, in subjecto *generaliter* tantum habili, producentia et quasi determinantia; vix possumus aliter, quam de *complicatione* aliqua cum solis *sui similibus*, aut ad minimum quacunque specialissimæ *mobilitatis homogeneitate* suspicari..... »

» Je ne finirai pas ce chapitre, qui termine ce que je me proposais de dire sur la *théorie de la fermentation de Stahl*, sans faire une citation tirée de ses *Fundamenta chymiæ dogmatico-rationalis* (édition de 1732, p. 124). Elle doit être annexée au deuxième tableau de mon atlas des *principales opinions que l'on a eues de la nature des corps*. Ce tableau présente à la vue, d'une manière concise, le résumé de plus de trente ans de recherches sur l'*histoire de l'Alchimie*.

» Ainsi il montre comment, selon les alchimistes penseurs, les *quatre éléments* constituaient trois composés : le *soufre*, le *mercure* et le *sel*, et

comment ces *composés quaternaires* étaient les *principes immédiats* des métaux *imparfaits* et *parfaits*.

» Mais le point capital de ma citation porte sur l'idée que les alchimistes penseurs se faisaient de la *pierre philosophale*. J'ai dit dans le tableau qu'ils considéraient l'*or* et l'*argent* de la nature comme MORTS, tandis que la *pierre philosophale*, le GRAND œuvre, le but de l'art alchimique, était de rendre l'*or* ou l'*argent* VIVANTS, en leur donnant la faculté d'un *ferment*, à savoir celle de changer un métal imparfait en sa propre substance *or* ou *argent*. Eh bien! la citation de Stahl vient à l'appui de mon opinion. Après avoir parlé des végétaux, des animaux et même des minéraux et des métaux au point de vue de la *fermentation*, il dit :

« Si toutefois la pierre dite des philosophes n'est rien autre chose que l'*or* réduit par une *fermentation métallique*, pour ainsi parler, en un esprit agile et pénétrant au suprême degré, proposition cependant qu'il n'y a pas lieu ici de démontrer. »

### CHAPITRE IV.

*Théorie de la combustion de Stahl.*

» Je ne veux point m'éloigner du but principal de cette Communication, qui est la fermentation, mais il y aurait une lacune regrettable si je ne montrais pas, sans entrer dans aucun détail, l'extrême liaison existant dans l'esprit de Stahl entre cette théorie et sa théorie de la combustion. J'ai déjà fait la remarque que le mot *phlogistique* fut exprimé dès l'origine de sa *Zymotechnia* (1). Je rappellerai, dans l'intérêt de l'histoire, que, dans ses *trois cents expériences*, Stahl revient sur le *phlogistique* pour affirmer qu'il a toujours pensé qu'il était solide, divisé à l'extrême, mais dépourvu de la fluidité élastique.

« Avec quoi elle (la fermentation) a de grands rapports, c'est la *combustion;* elle en diffère cependant : l'énergie, la *vélocité* de l'action qui réside dans ce *mouvement igné* est extrême; dans la fermentation l'action est prodigieusement plus *douce* (*remissior*), plus lente, plus calme (2). »

» Cette citation suffit pour justifier ce que j'ai dit de l'intime liaison dans l'esprit de Stahl de la théorie de la fermentation avec la théorie de la combustion. Cette analogie évidemment n'existe qu'à la condition de restreindre la cause de ces deux actes moléculaires à des causes de mouvement agissant en dehors de la matière fermentescible d'une part et d'une autre

(1) Pages 119, 142.
(2) Page 179.

part de la matière combustible ; car, évidemment encore, nulle analogie de propriétés n'existe entre les produits de la fermentation et les produits de la combustion.

» Là il n'y a donc aucune analogie entre les idées de Stahl et la distinction faite longtemps après lui entre une combinaison lente et une combinaison rapide que peuvent présenter les mêmes corps en donnant lieu à un même composé.

CHAPITRE V.

*Conclusions générales : Les théories de la fermentation et de la combustion ont le caractère physique plutôt que le caractère chimique.*

» La citation que je viens de faire me conduit à la conclusion générale de ma seconde Communication, à savoir que les théories de la fermentation et de la combustion de Stahl appartiennent au domaine de la Physique plutôt qu'à celui de la Chimie.

» Je résume ainsi les raisons de ma conclusion :

» Rien dans les définitions que j'ai citées de Stahl relatives à la Chimie et à la connaissance de la matière dans le Chapitre II de cette Communication, consacré à l'examen général des écrits chimiques de ce grand homme, n'a le caractère spécial qui distingue cette science des autres sciences naturelles.

» Si, incontestablement, la *Mécanique chimique* se compose d'une *partie dynamique* et d'une *partie statique*, il faut bien se garder de n'en considérer qu'une à l'exclusion de l'autre, et encore de négliger de chercher à se rendre compte de l'origine du caractère spécial de la Chimie.

» C'est conformément à cette manière de voir que j'ai distingué les *phénomènes* des actions moléculaires en *passagers* et en *permanents*, et c'est par des citations textuelles empruntées aux écrits chimiques de Stahl que j'ai pu mettre en évidence l'analogie des idées qu'il s'était faites du *froid*, de la *chaleur* et de la *lumière* avec les idées professées aujourd'hui par beaucoup de savants, et que cette justice rendue à sa mémoire montrait en même temps qu'il n'avait point donné à l'étude des *phénomènes permanents* la même attention qu'aux *phénomènes passagers* dont l'étude approfondie appartient au domaine de la Physique plutôt qu'à celui de la Chimie.

» C'est en effet de l'étude des phénomènes permanents des actions moléculaires que ressortit le caractère par lequel la Chimie se distingue des autres sciences naturelles, parce que la Chimie seule distingue la matière en espèces définies, chacune par des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques dont l'ensemble n'appartient qu'à elle par la raison que

la première condition à cette étude, c'est que l'espèce qu'on y soumet soit purifiée de toute autre.

» J'ai cité, page 9, des phrases de Stahl d'après lesquelles il admettait l'impossibilité de reconnaître par *l'expérience* les propriétés des corps qu'il considérait comme principes des autres, à l'état de pureté, d'où il concluait que la *pensée seule* était capable de reconnaître les corps simples comme distincts les uns des autres.

» De cette opinion exprimée par Stahl, je tire la conséquence rigoureuse que l'analyse chimique était impossible, puisqu'il admettait en fait qu'on n'avait point à sa disposition de *types* matériels nettement définis, au sens de tous les chimistes, pour y ramener avec certitude les corps qu'on se serait proposé de séparer d'une matière soumise à l'analyse chimique avec l'intention d'en connaître la composition.

---

» Les faits de la première *théorie chimique*, amenés à l'état de coordination où ma seconde Communication les présente, me permettront, dans une troisième Communication, de montrer non-seulement ce que Lavoisier a fait pour la Chimie, mais encore ce que les chimistes et physiciens phlogisticiens ont fait pour elle. »

ASTRONOMIE. — *Note sur l'Association nouvellement fondée en Italie sous le titre de* Societa dei Spettroscopisti italiani; *par* **M. Faye.**

« On vient d'organiser une Société, en Italie, dans le but d'appliquer systématiquement l'analyse spectrale à l'étude du Soleil; elle a déjà obtenu l'appui du gouvernement italien et vient d'annoncer son existence à l'Académie en lui adressant le premier numéro de la publication mensuelle de ses travaux. Cette création ne pouvait manquer d'attirer votre attention et votre sympathie : je crois donc devoir retracer rapidement les faits qui ont provoqué cette nouvelle entreprise et essayer d'en discuter le programme; je terminerai par quelques suggestions analogues pour notre pays.

» A l'apparition du grand et beau travail sur le Soleil de M. Kirchhoff, il sembla tout d'abord que le sujet avait été épuisé par l'illustre physicien : il ne restait plus qu'à appliquer aux autres astres la méthode qui venait de nous révéler l'analyse chimique du Soleil et avait, en même temps, suggéré à l'auteur une séduisante théorie de sa constitution physique. M. Huggins, en Angleterre, entreprit cette tâche avec une incomparable habileté; il soumit successivement à l'analyse spectrale les planètes, les comètes, les étoiles et les nébuleuses. La science y gagna les résultats les plus surprenants.

» En France il en fut autrement. M. Janssen ne jugea pas que la question solaire fût épuisée. Il s'attacha tout d'abord à un travail indispensable : c'était de distinguer minutieusement dans le spectre du Soleil les raies propres à cet astre de celles qui proviennent de l'interposition de notre atmosphère. Il parvint ainsi à montrer que les raies telluriques, si nombreuses et si intimement mêlées aux raies solaires, sont dues principalement à l'action de la vapeur d'eau dissoute dans notre atmosphère. Une expérience directe vint confirmer complétement les vues de l'habile physicien et nous apprit en même temps que la vapeur artificielle, pour produire les raies observées, devait être traversée par la lumière sous une épaisseur et une pression capables de remplacer la grande étendue de vapeur diffusée dans l'atmosphère entière.

Ce premier pas, dont nous rappelons plus loin l'intérêt sous d'autres rapports, devait conduire bientôt l'auteur à en faire un second. Vivement frappé, à cette époque, des controverses que la théorie de M. Kirchhoff avait soulevées, M. Janssen résolut d'étendre ses recherches à la fameuse atmosphère du Soleil, à laquelle on attribuait alors le renversement des raies exclusivement solaires. L'Académie et le Bureau des Longitudes lui confièrent dans ce but, en 1867, la mission d'aller observer en Italie une éclipse annulaire dont les circonstances devaient permettre, non pas d'élargir la question, mais du moins de la résoudre. Grâce à une connaissance approfondie des moindres détails du spectre solaire, M. Janssen obtint le résultat le plus net. Il vit bien alors que les choses ne se passaient nullement comme on l'avait présumé : les raies solaires n'étaient pas dues à l'absorption d'une vaste atmosphère semblable à la nôtre. Qu'étaient-ce alors que l'enveloppe gazeuse du Soleil et les protubérances qui s'y montrent dans les éclipses totales? L'année suivante M. Janssen fut chargé par le Gouvernement, l'Académie et le Bureau des Longitudes d'aller en Asie étudier, à ce point de vue, la plus belle éclipse totale de notre siècle; il constata que l'enveloppe gazeuse du Soleil, la chromosphère, est une simple couche d'hydrogène presque pur du sein de laquelle s'élèvent incessamment des éruptions ou des courants ascendants de même matière, d'une hauteur et d'une violence inouïes. Les protubérances ne sont pas autre chose que la silhouette gigantesque de ces éruptions. Bien plus, il découvrit le jour même et appliqua le lendemain, avec un bonheur complet, le moyen de revoir ces protubérances qu'on n'avait aperçues jusqu'alors qu'à la faveur des éclipses totales, de les suivre dans leurs incessantes modifications, de les dessiner, de les soumettre en un mot à l'investigation journalière.

» C'est de cette mémorable découverte que datent les nombreux travaux qui furent entrepris dès lors sur ces régions solaires, subitement démasquées à nos regards. On simplifia la méthode première de M. Janssen; on en rendit l'usage plus facile et pour ainsi dire courant. Les uns se mirent à suivre d'heure en heure, et même de minute en minute, quelques protubérances isolées pour assister à leur formation, mesurer l'incroyable vitesse avec laquelle les jets d'hydrogène s'élèvent au-dessus de la chromosphère, et suivre les phases de leur chute ou de leur disparition successive. D'autres s'attachèrent à l'ensemble du phénomène qui envahit le contour entier du Soleil, et voulurent étudier la distribution de ces flammes tout autour du disque. De là les curieux dessins que nous possédons aujourd'hui par centaines et dont je viens de montrer à l'Académie quelques échantillons : dessins d'ensemble où sont enregistrés, jour par jour, tous les produits de l'activité solaire; dessins de détail et à grande échelle où sont retracés, de minute en minute, les aspects si variables de ces étonnantes formations. On en sentira encore mieux l'intérêt si l'on songe que cette sorte de géologie solaire n'est pas un fait isolé dans l'univers, mais bien l'histoire de ce qui se passe probablement à divers degrés sur toutes les étoiles.

» Faute d'instruments, ou plutôt d'une installation convenable, M. Janssen n'a pu prendre une part journalière au mouvement qu'il a fait naître lui-même par une des découvertes les plus fécondes que la science ait enregistrées dans ces derniers temps; mais l'Académie ayant fait un nouvel appel à son habileté et à son dévouement, il n'a pas hésité à retourner en Asie pour observer la dernière éclipse et attaquer de nouveaux problèmes. Les résultats qu'il a rapportés de cette troisième expédition ont frappé le monde savant; ils n'ont cependant pas encore été complétement appréciés, et, pour ma part, je crois y entrevoir le germe de découvertes d'un ordre tout aussi élevé que les précédentes.

» Pour être juste, il faudrait citer ici les noms de tous ceux qui ont pris part à ces nouvelles études solaires et, en première ligne, M. Huggins et surtout M. Norman Lockyer en Angleterre, M. Zœllner en Allemagne, le P. Secchi et M. Respighi à Rome, M. Rayet en France, qui a observé avec talent et succès l'éclipse de 1868, puis M. Tacchini, de Palerme, dont le zèle et l'habileté nous ont valu les admirables séries de dessins que je viens de soumettre en partie à l'Académie. Mais je suis loin d'avoir la prétention de faire ici une histoire complète; c'est assez pour moi de rappeler à grands traits les pas successifs et le point où nous sommes parvenus.

» Eh bien, ces phénomènes mystérieux qui préoccupèrent tant le génie

d'Arago, et qui semblaient devoir nous échapper à jamais, ou du moins ne se révéler à nous qu'à l'instant si fugitif de nos trop rares éclipses totales, comme pour irriter notre curiosité impuissante, voici qu'on les observe couramment aujourd'hui : la mine est si riche que, pour l'exploiter, les astronomes et les physiciens se trouvent conduits à s'associer, à mettre leurs efforts en commun, à se partager mois par mois l'énorme besogne.

» Telle est, Messieurs, l'origine de la Société des Spectroscopistes, qui dispose, à son début, de cinq établissements, des télégraphes italiens, des subventions généreusement accordées par l'État, etc., du talent d'hommes tels que notre Correspondant le P. Secchi, MM. Respighi, Lorenzoni, de Gasparis et Tacchini.

» Examinons leur programme. Dessiner et suivre de minute en minute les plus belles éruptions hydrogénées pour en étudier toutes les phases; dessiner jour par jour les innombrables détails de la photosphère et les consigner sur une longue bande de papier qui représente le développement du contour entier du Soleil, de manière à présenter chaque jour le tableau complet des protubérances grandes ou petites; faire chaque jour l'analyse détaillée de la chromosphère, en classant systématiquement les éléments chimiques qui y sont entraînés par les éruptions, telles sont les prescriptions principales : elles répondent parfaitement au but de la science nouvelle.

» D'autres prescriptions ne me paraissent pas aussi heureusement conçues. On recommande aux associés de dessiner, en s'aidant de la projection sur un simple écran, les taches et les facules du disque solaire, afin d'étudier leurs relations avec les protubérances; de mesurer fréquemment le diamètre du Soleil en différents sens; de guetter à l'horizon les traces d'aurores boréales chaque fois qu'une grande protubérance a paru sur le Soleil; enfin de surveiller les perturbations magnétiques que l'on soupçonne d'être placées, ainsi que les aurores, sous la dépendance immédiate des éruptions solaires.

» Il y a deux sortes d'esprits; les uns sont vivement frappés de coïncidences et d'analogies qui n'émeuvent pas les autres. Le magnétisme terrestre, à en juger par ses variations séculaires, ne paraît pas être en relation plus intime avec le Soleil que les autres phénomènes généraux de notre physique terrestre qui dépendent de la température. Il serait donc bien surprenant que l'apparition fugitive d'une protubérance au bord du Soleil, sans action appréciable sur la chaleur que nous recevons, dût retentir aussitôt sur nous et provoquer ici un orage magnétique ou une aurore bo-

réale. D'ailleurs, les aurores boréales sont presque journalières au nord, de même que l'on voit presque chaque jour surgir des protubérances au bord du Soleil; pour cette seule cause il doit y avoir de fréquentes coïncidences fortuites entre ces phénomènes. Sans prétendre nier absolument des relations que plusieurs esprits distingués ont conçues et tiennent à vérifier, je n'oserais, je l'avoue, conseiller à un établissement quelconque de régler son activité d'après des suggestions de ce genre.

» J'en dirai tout autant de la mesure fréquente du diamètre du Soleil. Les phénomènes de la chromosphère se jouent sur des masses tellement nulles par rapport à celle du Soleil, que je ne saurais y soupçonner une action sensible sur les dimensions de cet astre. Je n'y vois de possible que des relations à étudier avec les grandes dénivellations de la mince couche continue de la chromosphère ou les imperceptibles saillies des facules.

» Quant aux rapports qui doivent exister entre les facules ou les taches et les accidents de la chromosphère, et que la Société italienne a l'intention si rationnelle d'étudier en grand, il me semble que de simples dessins à vue, exécutés péniblement par projection sur un écran, ne suffisent pas aujourd'hui. Il y a dans cette partie du programme de nos savants voisins un sentiment particulier des choses que je ne puis partager. Le point que je me permets de contester ici est nettement formulé dès la première phrase de leur manifeste : « Lo spettroscopio è, senza dubbio, il *solo* instrumente » capace di arrichire la scienza di nuove scoperte sulla fisica costituzione del » nostro Sole. » Je suis au contraire profondément convaincu et je crois avoir prouvé que, malgré les brillantes découvertes réalisées ou promises par l'analyse spectrale, l'étude de la rotation solaire et des mouvements des taches restera toujours la base première de la théorie naissante. Or cette étude ne saurait désormais se faire fructueusement que par la photographie et non par des dessins relevés à la main, soit qu'on veuille suivre par le calcul les mouvements ou les accidents des taches, soit qu'on se borne à les rapprocher des éruptions de la chromosphère.

» Pour moi je voudrais qu'il nous fût possible, en France, non pas d'imiter l'excellente création italienne, mais de fonder un simple laboratoire à la fois spectroscopique, photographique et chimique, où chaque jour l'image complète du disque solaire serait enregistrée par la photographie avec tous ses accidents, où l'on superposerait à cette image complète et irrécusable le dessin de la chromosphère obtenu par le spectroscope; où chaque jour

on ferait l'analyse chimique détaillée de l'enveloppe solaire; où enfin on prépareraît les expéditions qui ont pour but de mettre à profit les éclipses totales. Une étude ainsi dirigée est plutôt du ressort d'un laboratoire que d'un observatoire astronomique, car l'on y verrait plus de flacons et de réactifs que de lunettes et d'horloges. Elle aboutirait bien vite à de grands résultats et se relierait d'ailleurs très-bien avec la Société italienne, dont l'organisation assure à ses travaux une continuité à laquelle nous ne saurions prétendre dans un établissement isolé et sous un ciel moins favorable.

» Ajoutons que ce laboratoire physico-chimique ne resterait pas forcément limité aux études solaires : M. Janssen nous a montré, dans son beau travail sur les raies telluriques du spectre, une voie nouvelle pour l'étude de notre propre atmosphère, car ces raies donneront, sur notre état hygrométrique général, des indications qu'on demanderait en vain aux instruments de la météorologie ordinaire.

» Il paraîtra peut-être indiscret de proposer une création nouvelle au lendemain des décisions gouvernementales qui viennent d'assurer à l'Astronomie française des ressources inespérées; mais si, comme le dit l'auteur sacré des Proverbes, il y a trois choses et même quatre qui ne disent jamais: *C'est assez*, je crois bien que la quatrième est la science. Du moins, si elle demande toujours, elle ne cesse jamais de produire. Nous en trouvons la preuve, sans sortir de notre sujet, dans les trois fécondes missions de M. Janssen. Par elles seules, notre pays aurait largement payé son tribut à la science nouvelle, quand même il devrait momentanément s'en tenir là. »

ASTRONOMIE. — *De l'hypothèse des vents alizés sur le Soleil; par* **M. Faye.**

« Je suis un peu étonné d'être obligé de revenir sur ce sujet, mais comme je disais au Dr Zœllner qu'il suffit de jeter un coup d'œil sur la chromosphère pour renoncer aussitôt à cette hypothèse (1), mon savant adversaire m'a répondu que le P. Secchi vient justement d'y retrouver les vents alizés, et cette vérification expérimentale de sa théorie lui paraît décisive.

» En effet, le P. Secchi nous a annoncé, il y a quelques mois, qu'il venait de trouver sur le Soleil des indices de l'existence de courants généraux

(1) Faye, *Sur la rotation du Soleil* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1123).

allant de l'équateur aux pôles dans les hautes régions de la chromosphère où pénètrent les protubérances élevées. On voit, en effet, un certain nombre de protubérances dont les sommités s'infléchissent comme des panaches de fumée tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, ce qui indiquerait bien des mouvements locaux plus ou moins circonscrits, mais non un courant général soufflant toujours dans le même sens comme nos alizés. Néanmoins le P. Secchi a eu recours à un moyen assez singulier pour étayer son hypothèse; il a eu l'idée de mettre la question aux voix : il a compté les protubérances favorables, celles qui ne disent ni oui ni non, et celles qui franchement disent non. Et comme sur 42 jours d'observation il a compté 403 oui et 138 non, il conclut avec la majorité que l'alizé supérieur existe.

» J'avoue que ce raisonnement ne me satisfait pas. Si l'on voit en rase campagne 300 girouettes parfaitement libres indiquer le nord, et 100 girouettes également libres, mêlées indifféremment aux premières, indiquer le sud, on ne s'avisera généralement pas d'en conclure qu'il y a 3 à parier contre 1 qu'il vente du nord : on dira simplement qu'il n'y a pas de vent. D'ailleurs cette statistique a le désavantage d'être fondée sur un temps bien court d'observations. M. Respighi, sur un nombre d'observations six fois plus considérable, c'est-à-dire sur 250 jours d'observation, ne retrouve nullement la proportion assignée par notre savant correspondant.

» C'est justement pour cela qu'en répondant à M. Zœllner j'invoquais le jugement des esprits non prévenus. Je vais le faire encore en mettant sous les yeux de l'Académie les beaux dessins des protubérances publiés par M. Tacchini.

» L'Académie s'étonnera peut-être de voir subsister ce désaccord entre nous. Je lui dois à ce sujet quelques explications. Nos controverses tiennent principalement à une question de méthode. Je me suis constamment appuyé sur les observations et le calcul, c'est-à-dire sur des faits. Mes savants adversaires ont constamment recours à l'induction par analogie. Or celle-ci, dont vous connaissez la puissance et le fréquent usage, n'est pas toujours légitime.

» En matière de physique céleste, l'analogie (et ici je parle d'analogie dans les constructions de détail, et non de cette induction générale, si souvent vérifiée par l'expérience, d'après laquelle les lois mécaniques, physiques et chimiques sont partout les mêmes), l'analogie dans les détails, dis-je, est de mise quand les astres comparés se trouvent à la même phase de leur évolution. Elle cesse de l'être, et il faut s'en méfier quand on com-

pare des astres parvenus à des phases différentes comme les planètes et les étoiles, ou bien les étoiles et les nébuleuses.

» Si, par exemple, on rencontre sur une planète quelconque le moindre indice d'une atmosphère, il sera très-légitime d'en raisonner par analogie d'après la nôtre, d'en expliquer les apparences lointaines à l'aide de ce que nous savons de nos propres vents alizés, de nos nuages, de nos mers, en un mot, de notre météorologie. La partie physique de l'astronomie abonde en résultats très-positifs obtenus de cette façon.

» Mais, si l'on compare des astres comme le Soleil et la Terre, si l'on juge de ce qu'on ignore sur l'un d'après ce qu'on voit tous les jours sur l'autre, ce procédé porte à faux. Sans doute il viendra un temps où le Soleil, encroûté comme la Terre, pourra quelque temps avoir, comme elle aujourd'hui, des mers, des continents et une vaste atmosphère avec ses nuages et ses vents alizés; mais il n'en est pas encore là. Aujourd'hui le Soleil est constitué comme il y a des millions d'années, pour émettre une prodigieuse quantité de chaleur et de lumière; or ce fait seul lui impose une constitution physique qui peut et même qui doit être essentiellement différente de la nôtre, bien que les lois générales de la mécanique, de la physique et de la chimie restent les mêmes pour lui comme pour nous. La différence la plus frappante consiste en ce que, dans le Soleil, la masse interne ne pouvant contribuer largement à la dépense incessante de la surface par voie de conductibilité, il faut qu'elle y supplée par des courants ascendants qui mettent en communication continuelle cette surface avec l'intérieur. Or cette communication continuelle, supprimée depuis longtemps pour les astres éteints et encroûtés comme la Terre, ne peut s'opérer sans réagir sur toute la constitution physique et mécanique du Soleil, sans faire disparaître toutes ces analogies de détail dont nous parlions tout à l'heure.

» Si donc nous rencontrons sur le Soleil l'indice d'un prolongement gazeux de la masse au delà de ses limites apparentes, soyez sûrs qu'on fera fausse route chaque fois qu'on voudra se le figurer, par induction analogique, comme une atmosphère semblable à la nôtre, avec ses nuages, ses réfractions régulières, ses vents alizés, etc. On pourra bien faire illusion quelque temps en pliant des faits mal connus à ces interprétations commodes, mais, sitôt que les faits viendront à être mieux observés, mieux appréciés, toutes ces analogies s'évanouiront l'une après l'autre, en laissant au public un sentiment de méfiance générale à l'égard d'une science qui procède ainsi. Les nuages du Soleil? Il a pu en être question tant qu'on ne

s'est pas donné la peine de calculer en détail les mouvements des taches; mais lorsqu'on a commencé à interroger les faits dans les sept belles années d'observations anglaises que nous possédons, les taches se sont chargées de répondre qu'elles n'étaient pas des nuages voguant au-dessus de la photosphère, ni même des scories, avec un petit nuage au-dessus de chaque scorie, comme le veut encore M. Zœllner (1), mais de simples dépressions. Les réfractions de la vaste atmosphère du Soleil? On leur attribuait les irrégularités des mouvements des taches, et cela a pu se soutenir tant qu'on n'examinait pas de près ces irrégularités; mais lorsqu'on s'est mis enfin à les calculer, on s'est aperçu qu'il n'y avait pas de réfraction du tout. Les courants alizés réagissant jusque sur la photosphère pour en altérer les mouvements superficiels? encore une analogie disparue, car du moment où l'on s'est avisé d'étudier ces courants, on s'est aperçu qu'il n'y avait nulle trace d'un mouvement d'ensemble des pôles vers l'équateur, ni de l'équateur vers les pôles. Du moins, me demandera-t-on, cette grande atmosphère n'est-elle pas nécessaire pour expliquer le renversement des raies du spectre? En aucune façon, car du moment où l'on a voulu saisir son action là où elle devait être le plus marquée, on n'a rien trouvé de plus que dans les régions où elle devait être beaucoup plus faible.

» Ainsi l'analogie entre le Soleil et notre planète a constamment abouti à des contre-vérités.

» Maintenant que l'analyse spectrale nous a fait voir ce qui existe en réalité aux lieu et place de l'atmosphère calquée sur la nôtre dont on avait doté le Soleil, on voit bien qu'il ne doit pas y avoir de réfractions régulières et appréciables, et que j'avais bien raison de les nier; que cette enveloppe gazeuse ne saurait engendrer des nuages, ni se prêter au jeu régulier des vents alizés, ni même renverser les milliers de raies du spectre. L'analyse spectrale m'a donc donné raison sur tous les points.

---

(1) M. Zœllner (V. *Ueber den Ursprung des Erd magnetismus*; Leipzig, 1872, p. 74, note 1) s'est plaint récemment de ce que j'avais mal présenté son hypothèse sur le Soleil (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1128). Il a bien réellement basé son raisonnement et son analyse sur l'hypothèse d'un globe solide entouré d'une très-mince couche de lave liquéfiée, mais il admet plus tard que les résultats ainsi obtenus s'appliquent également au cas d'une sphère entièrement liquéfiée. Pour cette sphère, le coefficient du frottement intérieur du liquide incandescent serait, d'après lui, sensiblement le même que celui du frottement de l'atmosphère gazeuse sur la surface liquide. Sauf cette rectification, je maintiens toutes mes appréciations de la théorie de M. Zœllner.

» Je tire de là une conséquence : c'est que si l'induction par analogie est un puissant moyen pour passer du connu à l'inconnu, l'usage exagéré que l'on en fait quelquefois finit par habituer l'esprit à prendre pour des réalités des analogies qui ne sont, au fond, que des suppositions gratuites. J'aurai peut-être rendu un service réel à la science si je parviens à faire adopter ce principe : qu'il ne faut s'aider de l'induction par analogie qu'entre des astres parvenus à la même phase de leur évolution. »

M. **Ch. Sainte-Claire Deville**, en présentant à l'Académie le *Bulletin de l'Observatoire météorologique de Montsouris* (Bulletin quotidien et Bulletin hebdomadaire), pour les trois premiers mois de 1872, s'exprime comme il suit :

« J'ai le regret d'annoncer à l'Académie que ce sera sans doute la dernière fois que je pourrai lui présenter les travaux de l'Observatoire que j'ai été chargé de fonder en 1869, et que j'ai maintenu jusqu'à ce jour au milieu des plus grandes difficultés.

» Une lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, en date du 9 mars, m'annonce, en effet, que l'Observatoire météorologique de Montsouris doit perdre son autonomie pour devenir une simple station, placée sous l'autorité du directeur de l'Observatoire de Paris.

» Je ne dois point omettre de dire que M. le Ministre a bien voulu m'adresser ses remercîments pour les services que j'ai pu rendre dans l'accomplissement de ma tâche, et témoigner de favorables intentions à mon égard. Mais tous mes confrères me croiront assurément si j'affirme que ma meilleure récompense est dans la conscience du service que j'ai rendu à la Météorologie, en jetant les bases d'un établissement spécial qui n'existait point encore en France, et dont le développement introduira, j'espère, un jour des progrès réels dans l'étude des phénomènes atmosphériques, au double point de vue de la théorie et des applications.

» Enfin, je dois à l'Académie l'expression de ma profonde gratitude pour les encouragements réitérés qu'elle a accordés à mon œuvre, et j'espère pouvoir bientôt lui soumettre le travail qui résumera la discussion des trois années d'observations faites à Montsouris, sous ma direction. »

Cette Communication de M. Ch. Sainte-Claire Deville donne lieu à une discussion à laquelle prennent part successivement **M. Le Verrier**,

M. Chasles et M. Dumas. A la suite d'une proposition faite par M. Chasles, l'Académie décide que cette discussion sera reprise, dès lundi prochain, dans un Comité secret, pour lequel la proposition de M. Chasles sera mise à l'ordre du jour.

ART VÉTÉRINAIRE. — *Note de* M. Thénard *à propos d'une Lettre de* M. Bouley *sur la peste des steppes.*

« Notre confrère, M. Bouley, m'écrit de Vienne (Autriche), où il représente la France dans la Conférence internationale qui a pour but de rechercher les moyens d'atténuer la propagation de la peste des steppes, que la question est pratiquement résolue. Je n'insisterai pas sur la méthode, il la développera bientôt lui-même devant vous. Mais, dans la situation actuelle, je crois que j'aurais manqué à l'Académie, au commerce et à l'agriculture, en ne leur annonçant pas cette bonne nouvelle. »

M. Decaisne, en faisant hommage à l'Académie des dernières livraisons de la *Monographie du Poirier* qu'il vient de publier dans le *Jardin fruitier du Muséum*, s'exprime comme il suit :

« Ces livraisons contiennent : l'Introduction générale, l'Organographie, les descriptions et les figures de toutes les espèces de poiriers sauvages, l'étude d'un groupe remarquable de poiriers à cidre désignés sous le nom de Saugers, et enfin l'énumération des arbres à cidre classés par provinces. »

M. Duchartre fait hommage à l'Académie de deux brochures portant pour titres : « Note sur une monstruosité de la fleur du Violier (*Cheiranthus Cheiri*, L.) » et « Réflexions sur les expériences du général américain Pleasonton, relatives à l'influence de la lumière bleue ou violette sur la végétation ».

M. d'Avezac fait hommage à l'Académie de son « Allocution à la Société de Géographie de Paris, à l'ouverture de la séance de rentrée du 20 octobre 1871 ».

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *d'Abbadie*, élu Membre de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

| | |
|---|---|
| M. l'abbé A. David obtient. . . . . . . . | 22 suffrages. |
| M. Ledieu . . . . . . . . . . . . . . . . | 19 » |
| M. Garnier . . . . . . . . . . . . . . . | 2 » |

**M. A. David**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le prince *Démidoff*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

| | |
|---|---|
| M. Ledieu obtient . . . . . . . . . . . . | 26 suffrages. |
| M. Garnier . . . . . . . . . . . . . . . . | 18 » |

**M. Ledieu**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

## MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur le choix des moyens de traitement dans les maladies chirurgicales de l'adolescence*. Mémoire de **M. Gosselin**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Sans revenir sur les détails que j'ai donnés dans mes précédents travaux sur les maladies chirurgicales spontanées des adolescents, je viens indiquer aujourd'hui quelle est l'influence exercée par l'âge du sujet sur le choix des moyens de traitement dans ces maladies, et je propose, pour déterminer ce choix, de se laisser guider par la formule suivante.

» Les maladies chirurgicales spontanées spéciales des jeunes gens ont de la tendance à durer, à s'accroître ou à récidiver tant que dure l'adolescence. Elles perdent ces tendances une fois que l'âge adulte est arrivé.

» Examinons l'application de cette formule au traitement de chacune des maladies spontanées spéciales à l'adolescence.

» 1° Pour l'*ongle incarné*, beaucoup de modes de traitement ont été conseillés, et l'on en a toujours cherché de nouveaux, parce que ceux dont on s'était servi avaient été suivis de récidive. Or celle-ci tenait le plus souvent à ce que le sujet était jeune et conservait l'aptitude pathologique spéciale en vertu de laquelle le mal s'était produit une première fois. Pour ma part, je n'ai pas eu l'occasion d'observer la récidive après vingt-cinq ans, et j'en conclus que, tout en donnant les soins les plus propres à éviter le retour du mal, il ne faut pas attendre d'un procédé quelconque une guérison définitive, certaine, tant que le sujet n'aura pas atteint sa vingt-troisième ou sa vingt-quatrième année.

» 2° Pour *le valgus douloureux*, que je nomme aussi tarsalgie, j'ai établi que cette maladie tenait à une arthro-ostéite spéciale du torse qui se développe par suite de l'accroissement de cette partie du squelette, et que l'indication capitale était de faire cesser la douleur de la marche et la contracture concomittante des muscles de la jambe, et, en les faisant cesser, d'empêcher une terminaison par rétraction musculaire, valgus permanent et ankylose. Les meilleurs moyens pour obtenir ce résultat sont : le repos, les appareils inamovibles, quelquefois la ténotomie des péroniers latéraux et l'électricité. Mais, tant que le sujet est jeune, une récidive n'est pas toujours inévitable. Quand elle a lieu, il faut revenir à l'emploi des mêmes moyens et ne pas considérer trop vite le mal comme incurable. En persévérant dans le traitement jusqu'à ce que le sujet ait atteint l'âge adulte, on lui évitera la difformité et l'infirmité consécutive, qui auraient lieu si l'on prenait le parti d'abandonner la maladie à elle-même.

» 3° Pour l'*ostéite épiphysaire suppurante aiguë*, lorsqu'elle n'a pas été assez intense pour nécessiter une amputation primitive ou amener la mort, et lorsque la terminaison a lieu par une nécrose de longue durée, je conseille de ne pas se laisser entraîner trop vite à une amputation consécutive. Car j'ai vu, en pareil cas, la nécrose cesser, et la guérison définitive avoir lieu lorsque le sujet arrivé à vingt-cinq ou vingt-six ans avait perdu la prédisposition à l'ostéite suppurante qui était une conséquence de l'âge, d'une aberration de la nutrition au moment de la soudure des épiphyses.

» 4° Pour ce qui est de l'*exostose épiphysaire* ou de développement, mes observations m'ont appris que cette tumeur cessait de s'accroître et d'être douloureuse une fois que le sujet avait passé l'adolescence et,comme

l'ablation est une opération dangereuse, je donne le conseil de temporiser et d'abandonner le mal à lui-même.

» 5° Pour l'*exostose sous-unguéale* du gros orteil, maladie trop gênante et trop douloureuse pour que le chirurgien n'intervienne pas, l'objection faite à la plupart des procédés d'ablation est encore la récidive. Mais ici comme pour l'ongle incarné, j'ai vu que si la récidive avait lieu tant que le sujet était jeune, elle cessait une fois la période adulte arrivée.

» 6° Mais c'est surtout pour les *gros polypes* fibreux naso-pharyngiens, pour ceux dont les dimensions ne permettent pas de les traiter, même d'une façon palliative, sans une opération préliminaire qui ouvre un accès vers leur implantation, que la considération de l'âge a des conséquences capitales. Je rejette la résection du maxillaire supérieur, parce qu'elle expose la vie et laisse une mutilation de la face, sans assurer d'une façon absolue contre la récidive. Je donne la préférence à l'ouverture du voile du palais et de la voûte palatine, par le procédé de M. Nélaton, et je me résigne à ne faire que des opérations palliatives par excision et cautérisation, afin de conserver la vie du patient jusqu'à l'époque où, devenu adulte, il aura perdu, selon toute probabilité, la prédisposition à la durée et à la reproduction de sa tumeur. Ce précepte, qui a été formulé déjà par M. Legouest, a été appliqué avec grande apparence de succès sur un jeune homme dont j'ai commencé le traitement à l'âge de vingt-deux ans, chez lequel la mort par suffocation a été empêchée par une excision partielle, faite après l'ouverture palatine par le procédé de M. Nélaton, et qui, après quinze mois de lutte contre une repullulation incessante, a fini par être débarrassé de sa tumeur. Cette disparition, constatée le 11 février 1871, est-elle restée définitive? J'ai tout lieu de l'espérer. Mais n'ayant pas revu depuis ce temps le malade, qui a quitté Paris, je suis obligé de faire mes réserves à cet égard. En tout cas, j'aurais obtenu du moins ce résultat d'avoir une repullulation beaucoup moins active et rapide, après la vingt-quatrième année, qu'elle ne l'était auparavant, et j'aurais tout lieu d'espérer, si une nouvelle intervention devenait nécessaire, que celle-ci débarrasserait définitivement le malade qui touche à sa vingt-sixième année, et le débarrasserait sans mutilation nouvelle de la face et sans incidents compromettants pour la vie. »

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Note de M. *Crova*, extraite des « Mémoires de l'Aca-

démie des sciences et lettres de Montpellier », et portant pour titre « Considérations théoriques sur les échelles de températures et sur le coefficient de dilatation des gaz parfaits ».

L'échelle centigrade, d'après laquelle ont été calculés les résultats de tous les travaux de physique qui ont marqué en France la première moitié de ce siècle, résultats dont la valeur numérique est d'une si haute importance pour toutes les questions qui intéressent les sciences expérimentales, avait été l'objet de critiques très-vives de la part de M. *Mohr*, professeur à l'Université de Bonn. M. Crova s'est livré à un travail dont le but est suffisamment indiqué par les lignes suivantes :

« Dans un ouvrage publié en 1868 (1), M. Mohr propose une nouvelle échelle thermométrique à laquelle il donne le nom d'échelle chromatique, et se livre à ce sujet à des considérations qui tendraient à prouver que l'échelle du thermomètre centigrade est comparable, par son imperfection, aux échelles arbitraires des aréomètres de Baumé et de Cartier, c'est-à-dire qu'à des degrés égaux ne correspondraient point des accroissements égaux de température. Il donne à ce sujet des démonstrations tendant à prouver que la position du zéro absolu sur l'échelle centigrade dépend du point de départ que l'on adopte pour le déterminer, et que par conséquent il ne doit pas exister de zéro absolu. L'échelle thermométrique qu'il propose est, du reste, indéfinie dans les deux sens.

» Quoique l'inexactitude des assertions contenues dans cet ouvrage sur les points que j viens d'énumérer soit évidente, et que les erreurs s'y révèlent d'elles-mêmes, j'ai cru qu'il ne serait pas inutile de résumer quelques principes relatifs aux échelles de température et au coefficient de dilatation des gaz parfaits. La comparaison de ces principes avec les démonstrations contenues dans cet ouvrage montrera immédiatement où sont les erreurs. »

**M. le Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la traduction du « Mémoire sur le mouvement organique dans ses rapports avec la nutrition, de M. *J.-R. Mayer* », par M. *L. Pérard*.

**M. le Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie les deux Lettres suivantes, qui lui sont adressées par les consuls de France à Corfou et à Janina, au sujet de tremblements de terre qui ont ébranlé la côte d'Épire au mois de février dernier.

« Corfou, 20 février 1872.

» Le tremblement de terre qui s'est fait fortement ressentir ici, mais sans suites funestes, a presque entièrement détruit un groupe de deux villages (Saïada et Ronigspoli) sur la côte

(1) *Mechanischen Theorie der chemischen Affinität*, etc., par M. Mohr, professeur à l'Université de Bonn (1868).

d'Épire, vis-à-vis l'île de Corfou : on cite quelques morts et une trentaine de blessés. Un grand nombre de bestiaux, richesse du pays, sont restés, dit-on, ensevelis sous les décombres. Les secousses se sont répétées presque constamment pendant plus d'une semaine. Hier soir notamment nous en avons ressenti de nouveau le contre-coup, bien qu'assez faiblement. Un fait assez remarquable, c'est que le phénomène s'était produit même dans la rade, par un mouvement oscillatoire des plus gros navires. »

« Janina, le 22 février 1872.

» Le phénomène semble avoir présenté d'intéressantes circonstances géologiques. Ainsi à l'échelle de Saïada (cette échelle ne se compose que des bâtiments de la douane et de la santé, et d'une auberge; elle est située sur un îlot, au milieu d'une lagune), la première secousse qui a eu lieu vers dix heures du soir, le dimanche 11 février, a été suivie de dix-huit autres, dans l'espace de deux heures, et quarante-huit heures après elles duraient encore; chacune d'elles était précédée de bruits souterrains ou explosions, que l'on compare à des décharges d'artillerie. Plusieurs éminences ont été abattues, le sol s'est fendu en divers endroits, et les crevasses laissaient échapper de la fumée à odeur sulfureuse. On n'a rien senti à Philiatis, petite ville éloignée d'environ quatre lieues; à Corfou, séparée de la côte albanaise par un canal ayant à peu près la même ouverture, on dit qu'il a été ressenti plusieurs secousses.

» Les ébranlements de la croûte terrestre n'ont, au reste, rien de rare en Épire. En 1848, la moitié de la ville de Berah, ainsi que la forteresse, furent renversées, et le 28 décembre 1869, la secousse, qui détruisit en grande partie Cauille et Sainte-Maure, dans l'île de Leucade, causa aussi d'assez graves dommages à Prévéza, qui est à deux lieues de là, sur la côte opposée. Cette même secousse fut très-sensible et très-prolongée à Janina, où plusieurs autres ont été senties, depuis comme avant cette époque, mais sans jamais occasionner de dégâts.

**M. le Président du Congrès médical de Lyon** adresse les Statuts et le Programme de ce congrès, qui doit s'ouvrir à Lyon le 18 septembre 1872.

GÉOMÉTRIE. — *Recherches géométriques sur le contact du troisième ordre de deux surfaces* (suite). Note de **M. A. Mannheim**, présentée par M. Serret.

« 4. Désignons toujours par (S) une surface, par $a$ un point de cette surface et A la normale en ce point. Appelons $b$ et $c$ les centres de courbure principaux de (S) situés sur A. Menons au point $b$ la normale B à la nappe (B) de la développée (1) de (S) et au point $c$ la normale C à l'autre nappe (C) de cette développée. Les plans (A, B), (A, C) sont les plans des sections principales en $a$ de (S). Si l'on considère le dièdre droit formé par ces plans

---

(1) Pour faciliter le langage j'appelle développée d'une surface la surface des centres de courbures principaux de cette surface.

et si on le déplace en assujettissant ses faces à rester tangentes aux nappes (B) et (C), tandis que son arête A reste tangente à ces nappes, cette droite restera toujours normale à (S).

» Considérons une surface (B′) osculatrice en $b$ à (B) et (C′) osculatrice en $c$ à (C). (B′) et (C′) satisfaisant aux conditions géométriques qui relient les éléments de courbures des nappes d'une développée, notre dièdre droit, pour des déplacements infiniment petits, lorsqu'on assujettit ses faces et son arête à être tangents à (B′) et (C′), sera encore tel que A reste normale à des surfaces parallèles, et, en particulier, à une surface (S′) qui passe par $a$.

Traçons à partir de $b$ sur (B) et (B′) des courbes osculatrices entre elles et prenons-les respectivement pour le lieu des points de contact de A avec chacune de ces surfaces.

A, pendant les déplacements du dièdre, assujetti d'abord à avoir ses faces tangentes à (B) et (C), puis, ensuite, à toucher (B′) et (C′), engendrera alors des normalies à (S) et (S′) qui sont, comme il est facile de le voir, osculatrices entre elles le long de A.

» En faisant varier les courbes tracées à partir de $b$ sur (B) et (B′) on obtiendra toutes les normalies à (S) et (S′). Nous voyons ainsi que :

» THÉOR. V. — *Si deux surfaces* (S) *et* (S′) *osculatrices en a sont telles que les nappes de leurs développées sont osculatrices entre elles aux centres de courbures situés sur la normale commune* A *à* (S) *et* (S′), *ces surfaces jouissent de la propriété d'avoir des normalies osculatrices entre elles le long de* A.

» 5. Il résulte de là et du théorème III, que (S) et (S′) ont en $a$ un contact du troisième ordre.

» Nous pouvons donc dire :

» THÉOR. VI. — *Si, aux centres de courbure principaux communs à deux surfaces* (S) *et* (S′) *qui passent par le même point a, les nappes des développées de ces surfaces sont osculatrices entre elles, les surfaces* (S) *et* (S′) *ont, au point a, un contact du* 3^e^ *ordre.*

» 6. La marche que je viens de suivre montre bien qu'on pourra déterminer en $a$, sur une surface, ce qui est relatif au troisième ordre, lorsqu'on connaîtra les éléments qui servent à définir la courbure des nappes de la développée de cette surface.

» Ces éléments, pour chacune des nappes, se composent de deux droites, mais les quatre droites que l'on obtient ainsi ne sont pas indépendantes. J'ai fait voir, dans ma Communication du 12 février 1872, en tenant compte de la liaison qui existe entre ces droites, que quatre conditions suffisent pour déterminer ce qui concerne la courbure des nappes de la développée

d'une surface. D'après cela, il suffit d'ajouter 4 au nombre 6, qui exprime le nombre des conditions auxquelles une surface est assujettie lorsqu'elle doit être osculatrice à une autre en un point donné, pour trouver *le nombre* 10, *qui est alors le nombre des conditions auxquelles on assujettit une surface lorsqu'on demande qu'elle ait, en un point d'une surface donnée et avec cette surface, un contact du troisième ordre.*

» 7. Nous avons maintenant un nouveau moyen de prouver que deux surfaces (S) et (S′) ont en un même point $a$ un contact du 3e ordre.

» Il nous suffit pour cela de démontrer que les nappes de leurs développées sont osculatrices entre elles. C'est ainsi que je vais procéder pour démontrer ce nouveau théorème qui me paraît remarquable :

» THÉOR. VII. — *Lorsque en un point a deux surfaces* (S) *et* (S′) *ont des lignes de courbure ayant entre elles un contact du* 3e *ordre, les surfaces* (S) *et* (S′) *ont entre elles en ce point a un contact du même ordre.*

» Désignons toujours par A la normale commune en $a$ aux deux surfaces (S) et (S′), par A′ et A″ les axes de courbure des lignes de courbure données. Ces deux droites rencontrent A aux points $b$ et $c$, centres de courbure principaux communs aux deux surfaces.

» Menons au point $a$, la tangente $ap$ à la ligne de courbure dont l'axe de courbure est A′ et appelons $\omega$ le centre de courbure de la développée de cette courbe. Le plan passant par le point $\omega$ et par la tangente en $a$ à l'autre ligne de courbure est le lieu des centres de courbure des développées des sections faites dans les deux surfaces par des plans menés par $ap$. Ce plan rencontre la normale B, commune aux deux nappes (B) et (B′) des développées de (S) et (S′), en un point $\delta$ qui est alors le centre de courbure commun des développées des sections faites dans les deux surfaces par le plan normal (A, $ap$).

» Ce point $\delta$ n'est autre que le centre de courbure commun des sections faites dans (B) et (B′) par le plan normal (A, $ap$). Nous avons ainsi une courbe sur chacune des nappes (B) et (B′), et ces deux courbes sont osculatrices entre elles.

» Considérons les normalies à (B) et (B′) qui ont ces courbes pour directrices. Le plan normal en $b$ à ces courbes directrices touche les deux normalies au même point $\delta$. Ces deux normalies ont, en outre, même plan tangent au point $b$; je vais faire voir qu'en un troisième point de B elles ont encore un plan tangent commun et que, par suite, elles se raccordent le long de B. Les deux lignes de courbure tangentes à $ap$ ayant entre elles un contact du 3e ordre leurs surfaces polaires ont même axe de cour-

bure. Cet axe est dans le plan normal commun à ces surfaces polaires, qui est mené par A'. Il est la caractéristique de ce plan normal et il rencontre B en un point $\beta$ qui est le point où ce plan normal touche nos deux normalies.

» Ainsi, c'est aux points $b$, $\beta$ et $\delta$ que les deux normalies ont les mêmes plans tangents.

» Ces deux normalies se raccordent donc; elles touchent le paraboloïde des huit droites, dont j'ai parlé dans ma Communication du 12 février 1872, et qui est le même pour les deux surfaces (S) et (S'), aux deux mêmes points.

» Ce paraboloïde, comme ces normalies, est tangent aux plans des sections principales des nappes (B) et (B'), nous voyons donc que ces deux points de contact sont les centres de courbure principaux de ces nappes.

» Les deux nappes (B), (B') ayant les mêmes centres de courbure principaux sur B et les mêmes plans des sections principales sont osculatrices entre elles.

» On démontrera de même que (C) et (C') sont osculatrices entre elles en $c$. Il résulte alors du théorème VI que (S) et (S') ont au point $a$ un contact du 3e ordre.

» Remarquons que, tandis que quatre courbes quelconques tracées sur deux surfaces (S) et (S') à partir d'un point $a$, ayant entre elles en ce point un contact du 3e ordre, sont nécessaires (théorème II), pour que les deux surfaces aient entre elles ce même contact, on voit maintenant qu'il suffit, pour obtenir ce résultat, d'avoir ce contact du 3e ordre entre les deux lignes de courbure des deux surfaces (S) et (S').

8. Lorsque deux surfaces ont entre elles en un point $a$ un contact du 3e ordre, les lignes de courbure de ces deux surfaces ont évidemment entre elles en ce point le même contact. Il résulte de la démonstration précédente que les nappes des développées de ces deux surfaces sont osculatrices entre elles. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant, qui est le réciproque du théorème V, et qu'on peut démontrer directement :

THÉOR. VIII. — *Si deux surfaces* (S) *et* (S') *ont en un point* $a$ *un contact du* 3e *ordre, les normalies à ces surfaces, dont les directrices sont tracées à partir du point* $a$, *sont osculatrices entre elles.*

» En terminant, j'ose exprimer une espérance, c'est de voir quelques géomètres continuer ces recherches.

» S'ils veulent bien me suivre dans la voie nouvelle que je viens de tracer aujourd'hui, ils arriveront certainement à d'intéressants résultats. »

**OPTIQUE.** — *Sur les phénomènes d'interférences produits par les réseaux parallèles* (2ᵉ partie); *par* **M. A. Crova.**

« Dans une Note précédente (1), j'ai exposé les phénomènes d'interférences que l'on observe quand un rayon lumineux est transmis normalement à travers un système de deux réseaux parallèles. Pour étudier les lois expérimentales de ces phénomènes, j'ai fait usage, soit de la méthode de projection que j'ai déjà décrite, soit d'un appareil qui permet de les observer au moyen d'un oculaire convergent. Cet appareil est composé d'un système de lentilles analogues à celle de l'oculaire terrestre des lunettes. En face de la fente éclairée, sont disposées deux lentilles de même foyer, qui donnent une image de la fente renversée et de même grandeur; on en observe l'image virtuelle agrandie au moyen d'un oculaire convergent. Le diaphragme, que l'on place ordinairement entre les deux lentilles, est remplacé par le système des deux réseaux, mobiles l'un par rapport à l'autre, et dont la surface non striée est recouverte d'un écran en laiton noirci. Les bandes des spectres et les franges de l'ouverture s'obtiennent ainsi avec une très-grande netteté, surtout si l'on éclaire la fente avec la flamme monochromatique du sodium. Cet appareil constitue un véritable réfractomètre interférentiel, qui peut recevoir plusieurs applications.

» Les franges de l'ouverture convenablement élargie obéissent à des lois analogues à celles qui déterminent la disposition des bandes des spectres diffractés; en effet, le rayon lumineux transmis sans déviation à travers les deux réseaux interfère avec les deux rayons de droite et de gauche, qui ont été diffractés deux fois en sens inverses à travers les deux réseaux, de manière à conserver après ces deux diffractions une direction parallèle à celle du rayon simplement transmis à travers les deux réseaux. Ces franges ont une intensité suffisante, toutes les fois que l'atténuation de l'intensité lumineuse due à l'obliquité de la diffraction n'aura pas été trop grande. Aussi sont-elles très-nettes avec des réseaux au cinquantième de millimètre, et très-pâles avec des réseaux au centième.

» Si le diamètre apparent de l'ouverture éclairée est un peu plus grand, les rayons incidents sur les réseaux sous des angles différents donnent naissance à un système de franges qui correspondent, comme les bandes des spectres, à des différences de marche proportionnelles à la distance des réseaux, et dont les lois sont, par suite, analogues à celles des bandes des spectres diffractés. Il est facile de calculer le nombre des bandes contenues dans un spectre, en fonction de la distance des réseaux.

---

(1) *Comptes rendus*, 26 juin 1871.

» Soient $d$ cette distance, $n$ le nombre de traits du réseau par millimètre, $a$ le cosinus de l'angle de diffraction de la lumière de longueur d'onde $\lambda$.

» La différence de marche $\rho$ des deux rayons interférents sera, comme je l'ai déjà dit dans la Note précédente,

$$\rho = d\left(\frac{1}{a} - 1\right).$$

» Pour qu'il y ait destruction par interférence, il faut que cette différence de marche soit égale à un nombre impair de demi-ondulations. On aura donc, dans le violet extrême $\lambda$,

$$d\left(\frac{1}{a} - 1\right) = (2k - 1)\frac{\lambda}{2}, \quad k = \frac{1}{2} + \frac{d}{\lambda}\left(\frac{1}{a} - 1\right).$$

» Pour chaque bande observée dans les lumières dont la longueur d'onde diminue d'une manière continue, en allant vers le rouge, la différence de marche croîtra d'une longueur d'onde de la lumière correspondante, et si dans le spectre entier on observe $m$ bandes, la dernière, située dans le rouge extrême $\lambda'$, correspondra à une différence de marche égale à $2k - 1 + 2m$ demi-ondulations. On aura donc

$$\rho' = (2k' + 1)\frac{\lambda'}{2} = (2k - 1 + 2m)\frac{\lambda'}{2}, \quad m = k' - k.$$

Et comme l'on a

$$(2k' - 1)\frac{\lambda'}{2} = d\left(\frac{1}{a'} - 1\right), \quad k' = \frac{1}{2} + \frac{d}{\lambda'}\left(\frac{1}{a'} - 1\right),$$

en retranchant, il vient

$$k' - k = d\left(\frac{1 - a'}{a'\lambda'} - \frac{1 - a}{a\lambda}\right) = m.$$

» Donc, le nombre de bandes contenues dans un spectre est proportionnel à la distance des deux réseaux.

» $a$ est le cosinus de l'angle de diffraction; le sinus de cet angle est donné par la formule connue

$$\sin\delta = n\mathrm{N}\lambda,$$

d'où

$$a = \sqrt{1 - n^2\mathrm{N}^2\lambda^2}, \quad \frac{1}{a} = (1 - n^2\mathrm{N}^2\lambda^2)^{-\frac{1}{2}}.$$

» En développant, dans la valeur de $m$, $\frac{1}{a}$ et $\frac{1}{a'}$ en série, et négligeant les termes affectés des puissances de $\lambda$ supérieures à la troisième, il vient

$$m = \frac{d}{2} n^2\mathrm{N}^2(\lambda' - \lambda).$$

» Donc, le nombre de bandes contenues dans le spectre d'ordre $n$ est sensiblement proportionnel au carré de son numéro d'ordre et au carré du nombre de stries contenues dans 1 millimètre.

» *Application des lois précédentes à la mesure des longueurs d'ondulation.* — Faisons varier la distance des réseaux de manière à amener une bande noire sur la lumière dont nous voulons mesurer la longueur d'onde; nous aurons

$$d\left(\frac{1}{\cos\delta} - 1\right) = (2k - 1)\frac{\lambda}{2}.$$

» Pour une certaine variation de la distance $d$, une nouvelle bande noire se sera substituée à la précédente; il faudra, pour cela, que la différence de marche ait varié de $\lambda$. Soit $d'$ la nouvelle valeur de la distance des réseaux; nous aurons

$$d'\left(\frac{1}{\cos\delta} - 1\right) = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}.$$

En retranchant, il vient

$$(d' - d)\left(\frac{1}{\cos\delta} - 1\right) = \lambda.$$

» On peut augmenter la précision des mesures en substituant successivement, à une première bande noire, autant de bandes que l'on voudra.

» Cette formule exige, pour la détermination de $\lambda$, la mesure de l'excursion $d' - d$ des réseaux et de l'angle $\delta$ de diffraction. On peut se dispenser de mesurer $\delta$, si l'on ne veut qu'une valeur très-approchée de $\lambda$, ce qui peut être utile, notamment dans les recherches de spectroscopie.

» Pour cela, il suffit de développer en série comme précédemment $\frac{1}{\cos\delta}$, et de négliger les termes affectés des puissances de $\lambda$ supérieures à la troisième. On obtient ainsi la formule très-simple

$$\lambda = \frac{2}{n^2 N^2 (d' - d)}.$$

» *Mesure des indices de réfraction au moyen des réseaux.* — Soit une auge à faces parallèles formées de deux réseaux distants de quelques millimètres, et dont les systèmes de stries sont rigoureusement parallèles. L'auge étant vide et placée entre les deux lentilles du réfractomètre, on compte le nombre de bandes contenues dans le premier spectre, ou mieux, le nombre de franges contenues dans l'image de l'ouverture convenablement agrandie; soit $m$ ce nombre; remplissons l'auge du liquide dont nous voulons mesurer l'indice : les franges se dilatent; soit $m'$ leur nombre.

» La longueur d'onde de la lumière incidente, que nous supposerons

simple, est $\lambda$ dans l'air et $\frac{\lambda}{u}$ dans le liquide, en appelant $u$ l'indice cherché. La diffraction se fait dans le liquide sous un angle $\alpha$ donné par l'équation $\sin\alpha = n\mathrm{N}\frac{\lambda}{u}$. Au sortir de l'auge, la diffraction se fait sous un angle $\delta$ donné par la formule connue $\sin\delta = n\mathrm{N}\lambda$. Il est facile de voir que le rayon, diffracté à l'entrée sous un angle $\alpha$ et réfracté à la sortie, sera dévié sous un angle $\delta$; ce rayon se superposera donc au rayon transmis à l'entrée et diffracté à la sortie sous un angle $\delta$.

» Soit $m'$ la distance à laquelle devraient se trouver, dans l'air, les deux réseaux, pour donner le même système de franges que donne l'auge pleine de liquide; on aura

$$\text{dans l'air} \ldots\ldots\ldots \quad d'\left(\frac{1}{\cos\delta} - 1\right) = (2k-1)\frac{\lambda}{2},$$

$$\text{dans le liquide} \ldots\ldots \quad d\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right) = (2k-1)\frac{\lambda}{2u}.$$

En divisant terme à terme, il vient

$$\frac{d'}{d} = \frac{\frac{1}{\cos\delta} - 1}{\frac{1}{\cos\alpha} - 1}\,\frac{1}{u} = \frac{m}{m'},$$

puisque dans l'air $\frac{d}{d'} = \frac{m}{m'}$.

» En développant en série

$$\frac{1}{\cos\delta} = (1 - n^2\mathrm{N}^2\lambda^2)^{-\frac{1}{2}},$$

et

$$\frac{1}{\cos\alpha} = \left(1 - n^2\mathrm{N}^2\frac{\lambda^2}{u^2}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

et négligeant les termes affectés des puissances de $\lambda$ supérieures à la troisième, il vient

$$\frac{m}{m'} = u.$$

» Si l'on opère sur un corps solide transparent, on le taillera en lame à faces parallèles, d'épaisseur $a$ moindre que la largeur $d$ de l'auge. On calculera l'indice au moyen de la formule facile à obtenir

$$u = \frac{am}{am - d(m - m')}.$$

» Il est facile de voir que l'on obtient beaucoup plus de précision si,

au lieu de compter le nombre des franges contenues dans l'image de l'ouverture, on mesure la distance de deux ou d'un plus grand nombre de franges au moyen d'un fil réticulaire mû par une vis micrométrique.

CAPILLARITÉ. — *Du mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires;* par **M. C. Decharme.**

« Lorsqu'on plonge dans un liquide bien fluide (l'eau pure, par exemple) l'extrémité d'un tube capillaire, ouvert à ses deux bouts, et préalablement mouillé par le liquide, celui-ci s'élance dans le tube avec une grande vitesse initiale; l'ascension se ralentit à mesure que le liquide approche de son niveau final, qu'il atteint avec une extrême lenteur dans les tubes très-étroits. C'est ce *mouvement ascensionnel spontané* que je me suis proposé d'étudier.

» Ce mouvement est-il uniformément ou irrégulièrement retardé? quelle en est la nature? Comment la vitesse et l'espace, au bout d'un temps déterminé, varient-ils avec le diamètre et l'inclinaison du tube, avec l'espèce et la température du liquide, et avec d'autres propriétés physiques ou chimiques, telles que la densité, la chaleur spécifique, le point d'ébullition, l'équivalent, etc.? Quels sont les liquides qui s'élèvent le plus vite? Les plus rapides sont-ils ceux qui montent le plus haut, ou inversement? Quels rapports y a-t-il entre la vitesse dans ce mouvement spontané et la vitesse d'écoulement sous pression constante (expériences de M. Poiseuille)? Quelle relation peut exister entre la vitesse capillaire et la vitesse endosmotique d'un même liquide? Enfin, quelles applications pourrait-on faire de ce mouvement?

» Telles sont les questions qui se présentent tout d'abord à l'esprit. C'est pour y répondre que j'ai entrepris et exécuté, depuis plusieurs années, des expériences nombreuses (des milliers), expériences imparfaites au début de mes recherches et devenues maintenant assez précises pour légitimer les conclusions de mon travail et pour être soumises au contrôle de la théorie, sans avoir toutefois, en certaines parties, le degré d'exactitude et de rigueur que je poursuis et que j'espère atteindre bientôt. C'est pourquoi je ne donne les résultats suivants que comme provisoires et approximatifs, afin de prendre date et de pouvoir continuer mes recherches, des Communications récentes à l'Académie sur la capillarité me faisant craindre que mon sujet ne soit bientôt abordé par d'autres observateurs.

» Lorsque j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie mon Mémoire définitif, j'exposerai le mode d'expérimentation que j'ai suivi, je donnerai

les tableaux numériques des expériences les plus importantes et les courbes qui les représentent; enfin, j'établirai la formule générale du mouvement, en y joignant les valeurs des constantes particulières aux divers liquides types, et les vérifications qui établissent la concordance entre les données expérimentales et la théorie.

» Aujourd'hui, je me bornerai à énoncer quelques résultats, que je puis formuler dès à présent en termes généraux.

» *Nature du mouvement.* — Le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires n'est pas uniformément retardé; car, si l'on représente par une courbe l'ensemble des résultats numériques qui lient l'espace au temps, pour un même liquide, dans des conditions identiques d'expérience, on voit immédiatement que, si cette courbe a pour certains liquides quelque analogie avec une parabole, dans la première partie de son développement, elle s'écarte de plus en plus de cette forme à mesure que le temps augmente, sa dernière partie semblant plutôt se rapprocher de l'hyperbole. La théorie montre d'ailleurs que cette courbe rentre dans la catégorie des logarithmiques. La formule théorique qui jusqu'alors a le mieux coïncidé avec les données expérimentales, renferme les deux premières puissances du temps et le logarithme népérien de la longueur de la colonne liquide soulevée au bout de ce temps. Je donnerai cette formule lorsque je serai parfaitement certain qu'elle rend compte de toutes les particularités du phénomène complexe que j'étudie, ce qui exige un long et minutieux contrôle.

» *Résultats généraux d'expériences.* — En faisant varier successivement : la nature et la température du liquide, le diamètre et l'inclinaison du tube (les autres conditions demeurant constantes), on trouve, entre les longueurs des colonnes liquides soulevées, et, par suite, entre les vitesses et les temps correspondants, les relations suivantes :

» 1° Chaque liquide a une vitesse ascensionnelle qui lui est propre et que l'on pourrait appeler *sa vitesse capillaire*, en se servant d'un tube de 1 millimètre de diamètre, le liquide et le tube étant à une température fixe, à la température de zéro, par exemple (1).

---

(1) Et en prenant pour évaluation comparative de la vitesse, soit l'espace parcouru au bout d'une seconde, soit, plus exactement, le rapport entre la différentielle de l'espace et celle du temps, au point correspondant de la courbe figurative du mouvement, rapport qu'on obtient avec une approximation suffisante en construisant la tangente en ce point et prenant les valeurs numériques des deux côtés du triangle rectangle dont cette tangente est l'hypoténuse.

» 2° Pour un même tube, conservant la même inclinaison, et pour des liquides différents pris à la même température, les *vitesses ascensionnelles* ne sont pas en rapport direct avec les *longueurs totales* que doivent atteindre ces liquides. On peut citer de nombreux exemples à l'appui de cette assertion : ainsi tous les liquides visqueux, comme l'acide sulfurique, la glycérine, les huiles, ont une vitesse initiale, et même on peut dire une vitesse permanente, plus faible que celle de tous les liquides très-fluides, comme l'alcool, le sulfure de carbone, l'éther; et cependant les premiers s'élèvent capillairement plus haut que les derniers. Cette vitesse n'est point d'ailleurs exactement en raison inverse de la *durée totale d'ascension*, ni en raison inverse de la densité des liquides. La loi de ce phénomène paraît complexe. Les courbes figuratives des mouvements correspondants peuvent seules, jusqu'alors, ainsi que les formules théoriques ou empiriques, représenter cette loi.

» 3° Parmi les liquides soumis à l'expérience (plus de 150, choisis notamment parmi les chlorures, les iodures, les bromures et les sels d'ammoniaque, de potasse, de lithine, de glucyne), la solution aqueuse de chlorhydrate d'ammoniaque possède *la plus grande vitesse ascensionnelle*, vitesse qui va croissant avec la proportion du sel dissous et qui surpasse celle de l'eau, d'une quantité d'autant plus grande que la température est plus élevée.

» Le chlorure de lithium, en solution aqueuse, le seul liquide qui, après la solution de sel ammoniac s'élève capillairement plus haut que l'eau pure, a une vitesse bien moindre que celle de l'eau, vitesse qui est d'ailleurs surpassée par celle d'un grand nombre de liquides.

» Il est à remarquer que la *solution alcoolique de sel ammoniac* pour des conditions identiques, est constamment *moins rapide* que l'alcool anhydre, quoiqu'elle s'élève finalement plus haut. Le chlorure de lithium ralentit également la vitesse de son dissolvant, mais la solution alcoolique n'atteint pas tout à fait la même hauteur finale que l'alcool pur.

» 4° Pour tous les liquides, *la vitesse capillaire* augmente encore avec la *température*. L'eau elle-même, dans le voisinage de son maximum de densité, ne fait pas exception à cette loi. Toutefois, on peut dire que, si cette vitesse croît d'une manière continue entre zéro et 10 degrés ou au delà, elle augmente d'autant plus rapidement que la température s'élève davantage. L'accroissement de vitesse avec la température varie d'ailleurs avec la vitesse des liquides; cette vitesse, pour quelques-uns, peut doubler de valeur pour une élévation de température de 50 degrés.

» 5° Pour un même liquide et pour la même inclinaison du tube, la *vitesse*, au bout de l'unité de temps, ou plus simplement l'espace parcouru au bout d'une seconde, s'accroît à mesure que le *diamètre* du tube augmente.

» 6° Pour un même liquide et pour un même tube, cette *vitesse* s'accroît avec l'*inclinaison du tube*.

» A mesure que le temps augmente, ces différences de vitesse diminuent successivement, finissent par s'effacer, puis se manifestent en sens contraires; les hauteurs finales diminuent elles-mêmes à mesure que les diamètres augmentent. Par suite, les courbes se rapportant à un même tube et à un même liquide ne se coupent pas (ne se rencontrant qu'à l'origine), tandis que les courbes relatives à un même liquide et à des tubes de différents diamètres, placés sous la même inclinaison, se coupent à des distances d'autant plus rapprochées du point de départ que les diamètres diffèrent davantage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sorbite, matière sucrée analogue à la mannite, trouvée dans le jus des baies du Sorbier des oiseleurs; par* **M. JOSEPH BOUSSINGAULT.**

« En continuant mes recherches sur les fruits utilisés pour la fabrication de l'eau-de-vie, j'ai été conduit à étudier la fermentation des baies du Sorbier avec lesquelles, dans certaines contrées forestières, on prépare soit une boisson analogue au cidre, soit de l'alcool. Mes expériences entreprises à un point de vue pratique, ont principalement pour objet de constater la différence, souvent considérable, existant entre la quantité d'alcool obtenue par les *brûleurs*, et la quantité d'alcool qu'auraient dû fournir les matières sucrées contenues dans les fruits, conformément à l'équation de Lavoisier :

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2(C^4H^6O^2) + 4(CO^2) \quad (*).$$

» Les sorbes, comme les cerises, les prunes, les pommes, etc., ne rendent pas à beaucoup près l'alcool correspondant à leur teneur en sucre. On en jugera par le résultat d'une fermentation accomplie dans d'excellentes conditions, puisque, commencée le 1er novembre 1867, elle était complétement terminée le 10 du même mois.

| | Volume. | Poids. | Sucre réducteur. | Alcool. | Acide exprimé en $SO^3HO$. |
|---|---|---|---|---|---|
| | lit | gr | gr | gr | gr |
| Jus avant la fermenton. | 4,500 | 4995,0 | 372,96 | 0,0 | 50,40 |
| Jus fermenté ........ | 4,493 | 4855,6 | 76,79 | 135,69 | 49,33 |
| Différences..... | −0,007 | − 139,4 | −296,17 | +135,69 | − 1,07 |

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XI, p. 434.

» Les 296$^{gr}$,17 de sucre disparu auraient dû donner théoriquement 151$^{gr}$,37 d'alcool. On en a obtenu 135$^{gr}$,69 : les $\frac{90}{100}$.

» Dans le vin de sorbes il est resté 76$^{gr}$,8 de sucre réducteur, environ 17 grammes par litre, et comme c'est dans les baies du Sorbier que Pelouze a découvert un sucre non fermentescible, *la sorbine*, il était naturel de supposer que dans le vin de sorbes c'était ce sucre qui avait échappé à la fermentation ; il y avait donc lieu de le rechercher. Ce vin fut traité par le sous-acétate de plomb ; le précipité très-abondant séparé, l'on fit passer dans le liquide un courant d'acide sulfhydrique pour en éliminer le plomb mis en excès. Le sirop que l'on obtint ne laissa pas déposer de cristaux, même après plusieurs mois. Or on sait avec quelle facilité la sorbine cristallise. Cette tentative d'extraction de la sorbine fut réitérée en 1868 et 1869, sans plus de succès. Les sirops maintenus pendant un mois dans une étuve dont la température variait de 60 à 80 degrés, laissèrent une matière ayant l'apparence de la gélatine, translucide, d'un jaune pâle, cédant sans adhérence à l'impression du doigt. On l'enferma dans un flacon où elle passa l'hiver ; au printemps, elle avait subi une transformation complète ; on trouva une masse visqueuse renfermant une multitude de très-petits cristaux aciculaires. Par une forte pression, l'on fit sortir la matière sirupeuse contenant des acétates alcalins et un sucre réducteur. Le marc lavé à froid avec de l'alcool, pressé à nouveau, séché à l'air, était blanc, sucré, bien qu'il ne renfermât pas trace de sucre réduisant la liqueur cupropotassique ; la solution était inactive sur la lumière polarisée.

» Cette substance sucrée se dissout en toute proportion dans l'eau, formant un sirop très-difficilement cristallisable ; il fallut plus de six semaines pour voir apparaître des cristaux formés d'aiguilles fines, d'un aspect nacré. On accéléra la cristallisation en posant sur ce sirop un très-petit cristal, ainsi que me le conseilla M. Berthelot (1).

» Je décris, dans mon Mémoire, les procédés employés pour purifier cette matière à laquelle je crois devoir donner le nom de *sorbite*, à cause de son origine et des propriétés qui la rapprochent de la mannite et de la dulcite. En effet, la sorbite, à peu près insoluble dans l'alcool absolu froid, est dissoute en assez forte proportion par l'alcool absolu bouillant, d'où elle est précipitée par le refroidissement en un volumineux dépôt transparent, opalin, disposé en mamelons du plus singulier aspect. Si l'alcool,

---

(1) M. Berthelot se trouvait alors au Liebfrauenberg, chez mon père ; il m'engagea à poursuivre l'étude de cette matière, malgré les difficultés que présentait sa préparation.

au milieu duquel le dépôt est formé, est décanté et exposé à une température inférieure à zéro, il se forme dans ce liquide sursaturé de nombreux cristaux agglomérés en houppes soyeuses.

» La sorbite a été analysée après avoir été desséchée à 110 degrés dans le vide sec. Elle a commencé à fondre vers 65 degrés; ensuite elle prit plus de consistance tout en restant visqueuse, ce qui rend sa dessiccation fort lente.

» On a trouvé pour sa composition :

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Carbone........... | 39,13 | 39,21 | 39,12 |
| Hydrogène......... | 7,67 | 7,67 | 7,67 |
| Oxygène .......... | 53,20 | 53,12 | 53,21 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

» C'est la composition de la mannite :

| | Liebig et Pelouze (1). | | Favre. |
|---|---|---|---|
| Carbone.......... | 39,01 | 39,13 | 39,23 |
| Hydrogène........ | » | » | 7,84 |
| Oxygène.......... | » | » | 52,93 |
| | | | 100,00 |

» La formule déduite de ces analyses est $C^{12}H^{14}O^{12}$. La sorbite cristallisée, chauffée à 100 degrés, abandonne de l'eau et devient moins fusible; on a dû rechercher si l'eau qu'elle perd pendant la dessiccation s'y trouve en proportion définie.

» De la sorbite en cristaux nacrés, provenant d'une solution aqueuse fortement comprimée pour lui enlever les traces de sirop qu'elle pouvait retenir, a donné :

| | |
|---|---|
| Carbone............. | 37,58 |
| Hydrogène........... | 7,88 |
| Oxygène............. | 54,54 |
| | 100,00 |

composition représentée par la formule $C^{12}H^{15}O^{13}$.

» Ces cristaux de sorbite paraissent donc renfermer 1 équivalent d'eau, qu'ils abandonneraient à une température un peu supérieure à 100 degrés.

(1) Calculant les résultats de l'analyse avec l'équivalent du carbone de M. Dumas. En 1833, avec l'ancien équivalent du carbone, MM. Liebig et Pelouze trouvaient pour le carbone : 39,55 - 39,78.

En déduisant cet équivalent d'eau, on retombe sur les nombres fournis par la sorbite desséchée à 110 degrés :

| | |
|---|---|
| Carbone............. | 39,56 |
| Hydrogène........... | 7,69 |
| Oxygène............. | 52,75 |
| | 100,00 |

» La sorbite serait donc un isomère de la mannite et de la dulcite; mais elle se distingue de ces sucres par plusieurs propriétés; ainsi, unie à 1 équivalent d'eau, elle fond à 102 degrés; à 110 ou 111 degrés quand elle est anhydre. Je rappellerai ici que la mannite fond à 165 degrés, la dulcite à 182 degrés. La sorbite forme, avec l'eau, un sirop dans lequel les cristaux n'apparaissent qu'après un temps très-long. Une solution aqueuse de mannite ne prend pas la consistance sirupeuse.

» Traitée par l'acide nitrique, la sorbite ne produit pas d'acide nitrique, comme cela a lieu avec la dulcite.

» La mannite cristallise en prismes à base quadrilatère;

» La dulcite en prismes rhomboïdriques obliques.

» La sorbite se présente en cristaux tellement déliés qu'il sera difficile d'en déterminer la forme. Elle possède d'ailleurs des caractères communs aux matières sucrées de la formule $C^{12}H^{14}O^{12}$. Ainsi, mêlée au sulfate de cuivre, elle empêche la précipitation de l'oxyde par la potasse. Elle est inactive, ne réduit pas la liqueur cupropotassique. L'acide sulfurique ne la carbonise pas, et si l'acide qui l'a dissoute est saturé par le carbonate de baryte, on obtient un sel soluble barytique dont je me propose d'examiner la nature.

» La sorbite trouvée dans le vin de sorbes ne paraît pas être un produit de la fermentation; on a pu l'extraire du jus de sorbes pris à la sortie du pressoir, et transformé en sirop avant qu'il eût pu subir la moindre modification. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques trichloracétates métalliques.* Note de **M. A. Clermont.**

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 501), j'ai décrit les trichloracétates de baryte, de strontiane, etc.; je présente aujourd'hui la suite de mes recherches sur les combinaisons de l'acide trichloracétique avec les bases.

» *Trichloracétate acide de potasse.* — Ce sel se présente en beaux cristaux

transparents, qui sont des octaèdres à base carrée; il est inaltérable à l'air et dégage d'abondantes fumées blanches, formées d'acide trichloracétique, quand on le chauffe légèrement. Je l'ai obtenu pour la première fois par l'évaporation très-lente d'une solution de sesquioxyde de chrome et de carbonate de potasse dans un grand excès d'acide chloracétique, liqueur préparée dans le but d'obtenir un sel double. On le reproduit facilement en ajoutant, à une solution concentrée de bicarbonate de potasse, le poids d'acide trichloracétique nécessaire pour former le chloracétate acide, et plaçant dans la liqueur un des cristaux décrits précédemment : il se produit alors des cristaux qui augmentent peu à peu, et dont la composition est la suivante :

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | |
| Potasse | 12,52 | 12,49 | 12,90 |
| Carbone | 13,25 | 13,07 | 13,14 |
| Hydrogène | 0,28 | 0,27 | 0,27 |
| Chlore | 58,28 | 58,30 | 58,34 |
| Oxygène | 15,67 | 15,87 | 15,35 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

» Ces nombres conduisent à donner au sel la formule

$$KO, C^4Cl^3, HO, C^4Cl^3O^3,$$

qui le rapproche de l'acétate acide de potasse obtenu par Thomson et étudié par M. Melsens.

» *Trichloracétate de nickel.* — Il se dépose en cristaux prismatiques, réunis en groupes radiés, quand on abandonne à l'évaporation lente une solution de carbonate de nickel dans l'acide chloracétique; l'analyse a conduit à leur donner la formule

$$C^4Cl^3O^3, NiO + 4HO,$$

comme le prouvent les nombres suivants :

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | |
| Oxyde de nickel | 16,40 | 16,38 | 16,44 |
| Acide trichloracétique | 67,71 | 67,59 | 67,76 |
| Eau (par différence) | 15,89 | 16,03 | 15,80 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

» *Trichloracétate de magnésie.* — En dissolvant l'hydrocarbonate de ma-

gnésie dans l'acide trichloracétique étendu, on obtient, au bout de six à huit mois, des cristaux déliquescents qui ont donné à l'analyse les résultats suivants :

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | |
| Magnésie............. | 9,39 | 9,43 | 9,50 |
| Acide trichloracétique.... | 73,29 | 73,28 | 73,39 |
| Eau (par différence)..... | 17,32 | 17,29 | 17,11 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Ils correspondent à la formule

$$C^4Cl^3O^3, MgO + 4HO.$$

» *Trichloracétate de lithine.* — Il cristallise, après plusieurs mois, dans une solution de carbonate de lithine dans l'acide trichloracétique, en prismes; abandonné à l'air, il tombe rapidement en déliquescence; il ne peut se conserver que dans des tubes fermés à la lampe. La composition des cristaux est représentée par les nombres suivants :

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | |
| Lithine ............... | 7,26 | 7,18 | 7,29 |
| Acide trichloracétique.... | 75,05 | 75,09 | 75,18 |
| Eau (par différence)..... | 17,69 | 17,73 | 17,53 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Ils correspondent à la formule

$$C^4Cl^3O^3, LiO + 4HO.$$

» Il est à remarquer que les sels qui précèdent se rapprochent, par leur composition, des acétates correspondants; le type de l'acide acétique a donc gardé dans ces sels ses propriétés principales, malgré l'introduction du chlore, comme M. Dumas l'a reconnu depuis longtemps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Identité des bromhydrate et iodhydrate de propylène bromé avec les dibromhydrate et iodobromhydrate d'allylène. Dibromhydrate d'acétylène.* Note de **M. E. Reboul**, présentée par M. Balard.

« I. Dans un travail publié il y a deux ans, j'ai montré que l'acide iodhydrique en solution aqueuse très-concentrée s'unit peu à peu, à froid, avec le propylène bromé, qu'il transforme en un iodhydrate bouillant à 147-148 degrés (corrigé), et que, dans ces conditions, il ne donne que

cette combinaison sans iodobromure, du moins en proportion sensible. Les faits que j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie dans ma dernière Communication permettaient de prévoir que le propylène bromé provenant de la décomposition de cet iodhydrate au moyen de la potasse alcoolique, devait être non le propylène bromé primitif, mais bien son isomère, le monobromhydrate d'allylène, et c'est ce que l'expérience est venue confirmer.

» L'huile lourde précipitée par l'eau du liquide distillé provenant de la réaction de la potasse alcoolique est un mélange de monobromhydrate d'allylène avec une certaine quantité d'iodhydrate d'allylène et d'iodhydrate primitif qui a échappé à la décomposition. Au moyen de quelques distillations fractionnées, on en retire le bromhydrate d'allylène, bouillant à 48-49 degrés, avec tous ses caractères. (Remarquons en passant que la potasse n'enlève pas HI à tout l'iodhydrate de propylène bromé pour le transformer en monobromhydrate d'allylène; une portion, beaucoup plus faible à la vérité, perd sous son influence son brome à l'état d'acide bromhydrique, et devient, par suite de cette soustraction, un propylène iodé qui, sans aucun doute, est du monobromhydrate d'allylène.)

» Inversement, le monobromhydrate d'allylène, en fixant l'acide iodhydrique, fournit un iodobromhydrate bouillant à 147-148 degrés, en se décomposant un peu avec mise d'iode en liberté, absolument comme l'iodhydrate de propylène bromé. L'analyse et la synthèse établissent donc l'identité de ces deux corps. Seulement, tandis que l'acide iodhydrique en solution très-concentrée et en excès (6 à 8 volumes) n'opère, à froid, la transformation à peu près complète du propylène bromé en iodhydrate qu'au bout de quelques jours, *le même acide, dans les mêmes conditions* (toutes ces sortes d'expériences ont toujours été faites simultanément), se fixe sur le monobromhydrate d'allylène avec une rapidité bien plus grande, car, au bout d'une heure, ce dernier est déjà devenu plus lourd que la solution acide, ce qui indique une transformation sinon complète, du moins fort avancée.

» L'iodhydrate de propylène bromé n'étant autre chose que l'iodobromhydrate d'allylène $\begin{matrix}CH^3\\CBrI\\CH^3\end{matrix}$, la production de ce corps par la fixation directe de IH sur le bromhydrate d'allylène $\begin{matrix}CH^3\\CBr\\CH^2\end{matrix}$ s'explique très-aisément, mais comme ce même corps se produit aussi par l'action directe de l'acide

iodhydrique sur le propylène bromé $\begin{matrix} CH^3 \\ CH \\ CHBr \end{matrix}$, il faut bien admettre, dans ce dernier cas, que l'acide commence par modifier moléculairement le propylène bromé, qu'il change en monobromhydrate d'allylène, avec lequel il s'unit ensuite. [*Voir* la note (1).]

» L'identité du bromhydrate de propylène bromé avec le dibromhydrate d'allylène n'est pas moins certaine. J'ai montré déjà que, détruits par la potasse, les deux corps fournissent le même composé, qui est le monobromhybrate d'allylène. Si le premier, dont j'avais fixé le point d'ébullition à 121-122 degrés, semble bouillir à quelques degrés plus haut que le second, c'est que j'avais entre les mains un produit souillé d'une certaine quantité de son isomère, le bromure de propylène, qui prend naissance, comme lui, par l'action de l'acide bromhydrique sur le propylène bromé et en même temps que lui. En préparant, en effet, une quantité de bromhydrate de propylène bromé assez considérable pour pouvoir être soumise à un nombre suffisant de distillations fractionnées, on peut le débarrasser de la petite proportion de bromure de propylène qu'il contient, et obtenir le composé $C^3H^6Br^2$, bouillant vers 115 degrés et identique avec le dibromhydrate d'allylène. Ici, observations analogues à celles du paragraphe qui précède; comme en agissant sur le propylène bromé $\begin{matrix} CH^3 \\ CH \\ CHBr \end{matrix}$, l'acide bromhydrique donne les deux isomères : $\begin{matrix} CH^3 \\ CHBr \\ CH^2Br \end{matrix}$, qui est le bromure de propylène, et $\begin{matrix} CH^3 \\ CBr^2 \\ CH^3 \end{matrix}$, qui est le dibromhydrate d'allylène, la formation de ce dernier ne peut s'expliquer que par une modification moléculaire préalable du propylène bromé qui sert à le former et qui se change en bromhydrate d'allylène $\begin{matrix} CH^3 \\ CBr \\ CH^2 \end{matrix}$, lequel s'unit ensuite avec l'hydracide (1).

---

(1) Si l'on admet pour le propylène bromé la formule $\begin{matrix} CH^3 \\ CBr \\ CH^2 \end{matrix}$, celui-ci, dans l'hypothèse généralement admise où il n'y a pas de remaniement, ne peut, en fixant HBr, donner que deux bromures (et il les donne en effet), l'un, $\begin{matrix} CH^3 \\ CBrH \\ CH^2Br \end{matrix}$, qui est le bromure de propylène, et

» II. On comprend que cette étude a dû tout naturellement m'amener à examiner ce qui se passe dans la série homologue immédiatement inférieure. Je rappellerai brièvement qu'en agissant sur l'éthylène bromé, les hydracides donnent lieu à des faits analogues à ceux qu'on observe dans la série propylique; l'acide bromhydrique en particulier peut fournir deux bromures isomères, le bromure d'éthylène $\begin{matrix}CH^2Br\\CH^2Br\end{matrix}$ et le bromhydrate d'éthylène bromé $\begin{matrix}CHBr^2\\CH^3\end{matrix}$. Ce dernier, en perdant HBr, donne-t-il de l'éthylène bromé ou un isomère, ce qui est peu probable, mais point impossible; car, si l'élimination se faisait aux dépens du même groupe carboné, il en résulterait le corps $\begin{matrix}CBr\\CH^3\end{matrix}$.

» J'ai décomposé par la potasse alcoolique une assez grande quantité de bromhydrate d'éthylène bromé bouillant à 110 degrés. Le corps $C^2H^3Br$ qui en résulte, purifié par quelques distillations, bout à 17-18 degrés, comme l'éthylène bromé; en outre, traités simultanément et dans les mêmes conditions par le même acide bromhydrique, les deux composés se comportent toujours de la même manière, et, suivant ces conditions, fournissent tous deux soit du bromhydrate, soit un mélange de bromhydrate et de bromure, soit même du bromure presque seul. Il y a donc identité.

» La présence de traces d'acide chlorhydrique dans l'acide bromhydrique ralentit beaucoup la rapidité avec laquelle la fixation s'effectue et favorise surtout singulièrement la production du bromhydrate. Il en est de même pour le propylène bromé. Je reviendrai plus tard sur cette influence, que j'ai étudiée avec détail, et dont il est fort important de tenir compte.

» J'avais déjà établi antérieurement l'identité du bromure d'éthyle bromé avec le bromhydrate d'éthylène bromé; aussi est-il presque inutile d'ajouter que le $C^2H^3Br$ qui résulte de sa destruction par la potasse s'est montré identique avec l'éthylène bromé.

---

l'autre, $\begin{matrix}CH^3\\CBr^2\\CH^3\end{matrix}$, qui est le dibromhydrate d'allylène. Mais, en perdant HBr, le dibromhydrate d'allylène ne peut donner que $\begin{matrix}CH^3\\CBr\\CH^2\end{matrix}$, qui, dans l'hypothèse où nous raisonnons, est le propylène bromé; or il ne le donne pas en réalité, mais bien son isomère, le bromhydrate

» L'isomérie des deux propylènes bromés n'a donc point son pendant dans la série de l'éthylène, comme la formule plus simple de l'éthylène pouvait d'ailleurs, jusqu'à un certain point, le faire prévoir. En se laissant guider par l'analogie, le bromhydrate de propylène bromé étant identique avec le dibromhydrate d'allylène, le bromhydrate d'éthylène bromé et le dibromhydrate d'acétylène doivent être un seul et même corps, et, par suite, l'éthylène bromé et le monobromhydrate d'acétylène sont aussi identiques.

» J'ai vérifié directement la première de ces conséquences en unissant l'acide bromhydrique avec l'acétylène. Cette union s'effectue, mais avec une grande lenteur, à la température ordinaire; au bout de dix à douze jours, elle m'a paru loin d'être complète, et l'acétylène n'a pas encore, à beaucoup près, été complétement absorbé. L'huile produite, soumise à quelques distillations, fournit, comme produit principal, un liquide bouillant à 110-111 degrés, qui a la composition et le point d'ébullition du bromhydrate d'éthylène bromé. Bien que l'identité me semble à peu près hors de doute, pour l'établir d'une manière tout à fait certaine il eût fallu détruire ce composé par la potasse et voir si le $C^2H^3Br$ qui en résulte est bien de l'éthylène bromé. Malheureusement je n'avais pas assez de matière à ma disposition pour entreprendre cette vérification, et je me suis vu forcé de l'ajourner à un peu plus tard. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'Anatomie des cloisons que présentent les feuilles de certains* Juncus. Note de **M. Duval-Jouve**, présentée par M. Duchartre.

« Dans le genre *Juncus*, un groupe se distingue de tous les autres par des feuilles que l'on a successivement dites *articulées* ou *noueuses*, attendu qu'elles présentent, de place en place, de petits renflements, souvent visibles à l'œil, toujours sensibles au toucher quand on fait glisser la feuille entre les doigts. L'anatomie des feuilles de cette sorte présente des particularités qui méritent d'être signalées. Disons d'abord qu'elles ne sont point *articulées*, en ce sens qu'elles ne présentent aucun des tissus caractéristiques des arti-

---

d'allylène. Il faut donc admettre une transposition au moment de la destruction, au lieu de l'admettre au moment de la fixation, et il faudrait en outre en admettre une autre dans le monobromhydrate d'allylène pour expliquer sa transformation en $\begin{array}{l} CH^3 \\ CBr^2 \\ CH^3 \end{array}$, par suite de la fixation directe de HBr.

culations proprement dites, et ce nom n'a pu leur être donné que par une observation superficielle, qui les comparait aux articulations des doigts.

» Ces feuilles sont d'ordinaire cylindriques ou à peine comprimées ; elles sont creuses ou, comme on dit, *fistuleuses*, avec des diaphragmes ou cloisons transversales qui constituent ce qu'on avait improprement appelé leurs nœuds ou leurs articulations. Ces diaphragmes ne sont pas composés seulement de couches cellulaires rapprochées, mais entre ces couches il existe un réseau transversal fibro-vasculaire, ce qui constitue un fait unique et, à ma connaissance du moins, tout à fait spécial aux feuilles des Joncées. En effet, certaines feuilles de Graminées aquatiques, de Cypéracées, etc., présentent des cloisons partielles, mais ces cloisons sont uniquement composées de tissu cellulaire. Les tiges de certains *Juncus* (*Juncus glaucus*, par exemple) présentent aussi des apparences de cloisons, mais elles sont dues simplement au retrait du tissu cellulaire. Dans les feuilles qui nous occupent, au contraire, les diaphragmes présentent, entre leurs couches cellulaires, un réseau qui rappelle assez bien la composition réticulée des nœuds de Graminées; et, circonstance assez singulière, les vrais nœuds des tiges de ces mêmes *Juncus*, les nœuds servant de point de départ aux feuilles, n'ont point de réseau vasculaire transversal.

» Ces cloisons sont rarement planes, mais presque toujours en verre de montre, avec la convexité dirigée en haut; à leur contour répondent, sur les feuilles sèches, une saillie; sur les feuilles très-fraîches, une légère dépression. Le réseau qui les parcourt ne forme qu'une couche et montre un point central, avec des rayons qui se divisent, sans grande régularité, en allant du centre à la circonférence. Chacune de ses branches se compose d'une enveloppe de fibres, excessivement ténues et tout unies; puis, au centre, d'un groupe de vaisseaux ponctués et rayés, ayant un diamètre trois ou quatre fois supérieur à celui des fibres qui les enveloppent et s'articulant entre eux par des surfaces peu obliques et irrégulières. Les cellules interposées sont de deux sortes : celles qui entourent les faisceaux sont petites, très-irrégulièrement étoilées, et ne laissent entre elles que de faibles méats arrondis et irréguliers; les autres sont rondes ou ovales, avec de grands méats. Sur toutes les espèces, les rameaux du réseau s'avancent vers la périphérie et se mettent en communication avec les faisceaux fibro-vasculaires de la feuille, en s'y rattachant, non par celle des faces qui regarde le centre et se présente directement à eux, mais bien par les faces latérales et un peu en arrière, de telle sorte qu'ils doivent s'infléchir pour y arriver. Leur disposition repré-

sente alors, par son ensemble, celle du réseau fibro-vasculaire d'une feuille de *Cotyledon ombilicus* ou d'*Hydrocotyle vulgaris*. Dans les espèces de ce groupe qui, comme le *Juncus obtusiflorus*, ont leur limbe parcouru par de grandes lacunes longitudinales parallèles à la lacune centrale, les ramifications du réseau, pour arriver aux faisceaux les plus externes, passent à travers ces lacunes et les obstruent, attendu que, même alors, ces ramifications demeurent entourées d'un grand nombre de petites cellules étoilées.

» La présence d'un semblable réseau dans des plantes monocotylédones me paraît devoir être signalée à l'attention des botanistes. »

« M. J. Girard présente des photographies de coupes transversales de tiges diverses. Elles mettent en évidence, d'une façon irrécusable, la constitution des végétaux ; une coupe de *Bigonia* montre la structure des bandes d'écorce modifiée qui s'étend entre la moelle et les lames corticales ; une autre coupe de *Canna* indique le mode d'enroulement de la feuille autour de la tige ; le même fait se retrouve pour le *Maïs*. Ces épreuves sont obtenues par les procédés photographiques ordinaires ; les tiges ont été coupées en tranches minces, mises à macérer dans une solution de gomme diluée et d'acide acétique, et placées ensuite entre deux lamelles de verre. La lumière solaire, réfléchie par un miroir plan, est employée comme mode d'éclairage ; un petit objectif, d'un centimètre de diamètre, donne une image amplifiée du sujet interposé dans le trajet des rayons lumineux. »

M. Brachet adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Lettre relative au projet de régulateur électrique qu'il a déjà soumis au jugement de l'Académie.

Cette Lettre sera renvoyée à la Commission chargée d'examiner ce travail.

M. Brachet demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 2 avril 1872.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée « Application de la méthode d'Ebelmen à l'optique ».

M. de Pambour demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire sur la théorie des roues hydrauliques, sur lequel il n'a point été fait de Rapport.

« M. CHASLES fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, des livraisons de juillet et août 1871 du *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*. La première renferme des recherches historiques fort étendues de M. Steinschneider sur divers ouvrages du moyen âge relatifs à l'aimant. Dans la deuxième se trouvent trois articles sur le même sujet. Le premier, du P. T. Bertelli, a été motivé en partie par une Communication faite à l'Académie dans notre séance du 16 mai 1870, par notre confrère de l'Académie des Inscriptions, M. d'Avezac. Le P. Bertelli y constate l'existence de dix-sept manuscrits, dont quatre appartiennent à la bibliothèque du Vatican, contenant le petit Traité intitulé : *Epistola de Magnete*, composé en 1269 par Petrus Peregrinus de Maricourt, et dédié à Siger de Foucaucourt. Les deux suivants sont de M. Boncompagni : le premier renferme des renseignements sur trois différentes éditions de ce petit Traité, faites successivement à Augsbourg en 1558, à Londres en 1800 et à Paris en 1838; le deuxième donne des renseignements sur deux éditions, l'une en latin et l'autre en français, faites à Bologne en 1504, d'un Opuscule de Dominique-Marie Novare, maître de Copernic, intitulé : *Pronosticon in annum Domini MDIIII.* »

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 mars 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Rapport sur les travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe pendant les années* 1869 *et* 1870; *par* le Dr J. LE BÈLE. Le Mans, 1872; in-8°.

*Di alcuni fenomeni accaduti nella scarica di un fulmine in Alatri; Nota del* P. ANGELO SECCHI. Roma, 1872; in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*, anno XXV.)

*Sulla distribuzione delle protuberanze intorno al disco solare; Memoria del* P. ANGELO SECCHI. Roma, 1872; 2 br. in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*, anno XXV.)

*Riassunto delle Osservazioni sulle protuberanze solari e la loro distribuzione fatte all' Osservatorio del Collegio Romano nell' anno* 1871; *del* P. A. SECCHI. Pisa, 1872; in-8°. (Estratto del *Nuovo Cimento.*)

*Il traforo delle Alpi nella catena del Moncenisio al colle di Frejus. Lettura fatta all' Accademia Tiberina dal* P. A. SECCHI *nel giorno* 29 *gennaro* 1872. Roma, 1872; in-4°. (Articoli estratti dal giornale *la Voce della verita.*)

*Memorie della Societa dei Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof.* P. TACCHINI. Dispensa I, gennaio 1872. Palermo, 1872; in-4°.

*Sull' arresto dei corpi stranieri nel condotto faringo-esofagco studio teorico-pratico del dottor* L. SILVESTRI. Firenze, 1871; in-8°. (Sept exemplaires.)

*Dei fenomeni solari in relazione con altri fenomeni cosmici. Lezione popolare di* G.-B. DONATI. Urbino, 1869; in-8°. (Estratta dalla *Revista urbinate.*) [Présenté par M. Delaunay.]

*Le aurore boreali e la loro origine cosmica. Lettura del prof.* G.-B. DONATI. Firenze, 1872; in-8°. (Estratta dalla *Nuova Antologia.*) [Présenté par M. Delaunay.]

*Observatorio astronomico arjentino. Discursos sobre su inauguracion verificada el* 24 *de octubre de* 1871. Buenos-Aires, 1872; in-8°.

Prof. B. Studer. *Der Meteorstein; von* WALKRINGEN. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

*Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie; von* D<sup>r</sup> Rudolf WOLF. Zweiter Band; Zweite Lieferung. Zurich, 1872; in-8°.

*Address of* Com. M.-F. MAURY, *before the fair of the Agricultural and Mechanical Soc. of Memphis, Tenn delivered at the fair Grounds, in presence of a large audience oct.* 17 *th.*, 1871. Memphis, 1871; in-8°.

*The Journal of the Franklin Institute devoted to Science and the Mechanic Arts, etc.;* vol. XCIII, n° 553; third series, vol. LXIII, february 1872, n° 2. Philadelphia, 1872; in-8°.

## *ERRATA.*

### (Séance du 18 mars 1872.)

Page 777. La Communication de M. Chevreul devait être accompagnée des deux figures suivantes :

Fig. 1.

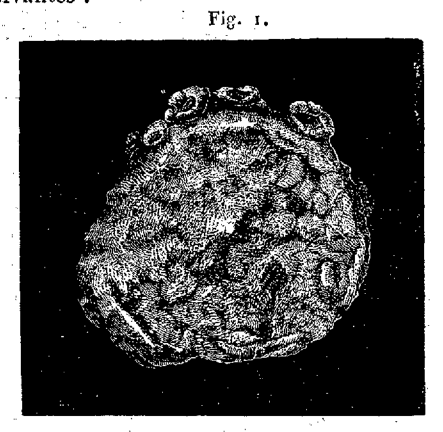
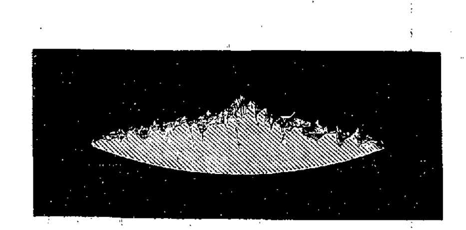


Fig. 2.



La figure 1 représente la cristallisation vue dans la capsule placée de manière à apercevoir le bord A d'une manière distincte; elle présente dans cette position des parties creuses que j'ai comparées à des *cupules* de gland, vides, plutôt qu'à de *petits cratères*.

La figure 2 représente une coupe d'après un plan vertical passant par le centre de la capsule posée sur un plan horizontal; elle montre que la cristallisation décroît du centre à la circonférence.

### (Séance du 25 mars 1872.)

Page 838, ligne 29, *au lieu de* $0^{m},3088$, *lisez* $0^{m},305$.

Page 839, le tableau qui donne les résultats de la comparaison du travail moteur déduit des courbes des pressions et des forces vives communiquées aux projectiles doit être modifié ainsi qu'il suit :

| Travail moteur. | Travail utile. | Différence. | Proportion. |
|---|---|---|---|
| $666425^{km}$ | $678373^{km}$ | −11948 | −0,018 |
| 737632 | 722099 | +15533 | +0,021 |
| 709768 | 692490 | +17278 | +0,024 |
| 786489 | 730337 | +56152 | +0,071 |
| | | | +0,029 |

Page 841, ligne 3, *au lieu de* 0,0309, *lisez* 0,0305; et ligne 8, *au lieu de* 0,3088, *lisez* 0,3047.

Page 886, ligne 11, *au lieu de* nos aurores boréales ont des liens avec les phénomènes solaires, *lisez* nos aurores boréales ont des liens électriques avec les phénomènes solaires.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Mars 1872.

| DATES. | HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi. | THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne. | | | THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin. | | | TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air | | TEMPÉRATURE MOYENNE du sol | | | THERMOMÈTRES dans le vide (T − t) (1). | TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour). | ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour). | ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. | OZONE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Minima. | Maxima. | Moyennes. | Minima. | Maxima. | Moyennes. | à 13m,7. | à 33m,0. | à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | | | | | |
| | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| 1 | 755,5 | 8,6 | 12,1 | 10,3 | 8,5 | 12,5 | 10,5 | » | » | 8,36 | 7,86 | 7,16 | 0,8 | 7,90 | 80 | » | 11,5 |
| 2 | 761,9 | 9,7 | 13,9 | 11,8 | 9,2 | 16,8 | 13,0 | » | » | 10,05 | 9,32 | 8,24 | 2,0 | 9,08 | 86 | » | 4,0 |
| 3 | 765,4 | 9,1 | 16,3 | 12,7 | 8,5 | 17,8 | 13,1 | » | » | 10,47 | 9,97 | 9,37 | 3,9 | 8,24 | 81 | » | 2,5 |
| 4 | (2)764,5 | 4,4 | 13,0 | 8,7 | 3,8 | 14,5 | 9,1 | » | » | 8,64 | 8,85 | 9,01 | 3,4 | 6,39 | 83 | » | 0,0 |
| 5 | 761,6 | 4,4 | 15,6 | 10,0 | 3,6 | 17,4 | 10,5 | » | » | 9,28 | 8,92 | 8,80 | 7,4 | 6,27 | 65 | » | 0,0 |
| 6 | 752,3 | 4,8 | 15,8 | 10,3 | 3,8 | 17,6 | 10,7 | » | » | 9,33 | 8,98 | 8,97 | 7,1 | 5,99 | 62 | » | 0,0 |
| 7 | 744,2 | 6,8 | 13,3 | 10,0 | 5,7 | 14,0 | 9,8 | » | » | 9,41 | 9,11 | 8,99 | 1,4 | 7,34 | 70 | » | 0,0 |
| 8 | 747,6 | 9,8 | 14,1 | 11,9 | 9,2 | 16,2 | 12,7 | » | » | 9,99 | 9,76 | 9,31 | 2,1 | 7,62 | 78 | » | 7,0 |
| 9 | 754,9 | 7,6 | 13,1 | 10,3 | 6,8 | 14,6 | 10,7 | » | » | 10,36 | 9,99 | 9,58 | 3,2 | 7,94 | 83 | » | 0,0 |
| 10 | 761,7 | 6,8 | 11,2 | 9,0 | 6,4 | 12,8 | 9,6 | » | » | 9,52 | 9,65 | 9,75 | 6,6 | 5,76 | 70 | » | 1,0 |
| 11 | 761,9 | 1,7 | 9,3 | 5,5 | 0,6 | 11,2 | 5,9 | » | » | 8,22 | 8,45 | 9,34 | 6,9 | 4,88 | 67 | » | 1,0 |
| 12 | 759,7 | 1,8 | 12,7 | 7,2 | 0,3 | 15,3 | 7,8 | » | » | 8,40 | 8,31 | 8,80 | 5,7 | 6,99 | 82 | » | 1,5 |
| 13 | 755,3 | 4,9 | 10,1 | 7,5 | 3,5 | 12,0 | 7,7 | » | » | 7,87 | 8,19 | 8,72 | 1,2 | 6,44 | 86 | » | 0,0 |
| 14 | 745,6 | 1,4 | 11,1 | 6,2 | 0,4 | 13,6 | 7,0 | » | » | 8,55 | 8,22 | 8,53 | 5,8 | 6,38 | 80 | » | 4,5 |
| 15 | 748,4 | 6,3 | 11,6 | 8,9 | 5,8 | 13,4 | 9,6 | » | » | 8,62 | 8,74 | 8,80 | 4,1 | 6,12 | 78 | » | 9,0 |
| 16 | 758,3 | 3,1 | 14,7 | 8,9 | 2,0 | 17,2 | 9,6 | » | » | 9,85 | 9,11 | 8,98 | 7,4 | 6,89 | 68 | » | 3,5 |
| 17 | 760,3 | 6,8 | 15,6 | 11,2 | 6,2 | 18,3 | 12,2 | » | » | 10,47 | 10,12 | 9,58 | 1,8 | 7,69 | 74 | » | 3,5 |
| 18 | 755,0 | 7,3 | 10,9 | 9,1 | 6,0 | 12,6 | 9,3 | » | » | 8,82 | 9,77 | 9,74 | 4,1 | 5,93 | 68 | » | » |
| 19 | 752,6 | 6,2 | 9,4 | 7,8 | 5,3 | 11,4 | 8,3 | » | » | 8,58 | 8,66 | 9,47 | 4,5 | 5,25 | 68 | » | 12,5 |
| 20 | 754,7 | 2,4 | 5,9 | 4,1 | 1,2 | 6,8 | 4,0 | » | » | 6,37 | 7,35 | 8,53 | 1,7 | 4,24 | 77 | » | 1,0 |
| 21 | 748,8 | -0,6 | 6,6 | 3,0 | -1,6 | 8,4 | 3,4 | » | » | 5,59 | 6,10 | 7,66 | 3,6 | 4,54 | 84 | » | 1,0 |
| 22 | 747,6 | 0,0 | 4,8 | 2,4 | 0,0 | 5,8 | 2,9 | » | » | 5,59 | 6,24 | 7,45 | 6,3 | 4,03 | 77 | » | » |
| 23 | 750,9 | -2,6 | 6,6 | 2,0 | -3,8 | 7,5 | 1,8 | » | » | 5,52 | 5,71 | 7,05 | 5,8 | 3,76 | 70 | » | » |
| 24 | 746,5 | -1,0 | 8,5 | 3,7 | -2,3 | 10,2 | 3,9 | » | » | 6,56 | 6,11 | 6,89 | 6,8 | 4,85 | 72 | » | » |
| 25 | 744,0 | -1,3 | 5,5 | 2,1 | -2,1 | 8,4 | 3,1 | » | » | 5,31 | 5,57 | 6,93 | 4,8 | 4,26 | 79 | » | 0,0 |
| 26 | 746,9 | -1,2 | 8,7 | 3,7 | -2,4 | 11,7 | 4,6 | » | » | 5,73 | 5,60 | 6,58 | 6,1 | 4,22 | 66 | » | 2,5 |
| 27 | 750,0 | 1,2 | 16,0 | 8,6 | -0,1 | 17,7 | 8,8 | » | » | 8,68 | 7,48 | 7,11 | 5,3 | 6,77 | 67 | » | 3,0 |
| 28 | 748,5 | 10,5 | 19,8 | 15,1 | 10,1 | 21,2 | 15,6 | » | » | 10,72 | 9,98 | 8,60 | 2,1 | 8,28 | 67 | » | 8,5 |
| 29 | 744,4 | 10,5 | 21,6 | 16,0 | 9,8 | 22,3 | 16,0 | » | » | 12,04 | 10,86 | 9,65 | 3,9 | 7,93 | 60 | » | 4,5 |
| 30 | 741,0 | 12,3 | 14,4 | 13,3 | 10,9 | 14,8 | 12,8 | » | » | 11,09 | 10,85 | 10,18 | 0,9 | 8,06 | 78 | » | 5,0 |
| 31 | 748,8 | 8,4 | 14,0 | 11,2 | 7,6 | 15,7 | 11,6 | » | » | 10,65 | 10,43 | 10,18 | 3,1 | 6,87 | 75 | » | 8,5 |
| Moy | 752,9 | 4,8 | 12,1 | 8,5 | 4,0 | 13,9 | 8,9 | » | » | 8,67 | 8,52 | 8,64 | 4,2 | 6,35 | 74,2 | » | » |

(1) La valeur $T-t$ exprime la différence des températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, $t$, est à boule de verre incolore, et l'autre T, à boule de verre bleu noir. — (2) Nombre obtenu par interpolation.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Mars 1872.**

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Pluie. Terrasse (1). | Cour. | Évaporation. | Vents. Direction et force. | Nuages. | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ′ | ° ′ | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.36,6 | 65.41,5 | 4,5387 | » | » | » | SO modéré. | OSO | 1,0 | Pluvieux vers minuit. |
| 2 | 39,2 | (2) 43,4 | 4,4164 | 0,0 | 0,0 | » | O faible. | OSO | 0,9 | Cumulo-nimbus. |
| 3 | 32,0 | 34,5 | 4,5066 | » | » | » | O, SE faible. | S | 0,4 | Léger brouillard. |
| 4 | 30,8 | 44,5 | 4,5087 | » | » | » | ESE faible. | » | 0,3 | Brouillard, forte rosée. |
| 5 | 33,0 | 39,6 | 4,4857 | » | » | » | SE faible. | » | 0,0 | Beau. |
| 6 | 31,3 | 41,4 | 4,5193 | » | » | » | SSE faible. | » | 0,0 | Id. |
| 7 | 30,7 | 40,4 | 4,5030 | 0,1 | 0,1 | » | SSE as. fort. | » | 1,0 | Pluie. |
| 8 | 32,9 | 41,2 | 4,5039 | 1,3 | 1,6 | » | S modéré. | SSO | 0,7 | Id. |
| 9 | 34,3 | 42,2 | 4,4888 | 0,1 | 0,1 | » | SO, NO faible. | NO | 0,9 | Pluvieux le soir. |
| 10 | 31,2 | 42,3 | 4,5031 | » | » | » | N modéré. | NNE | 0,0 | Brumes à l'horizon. |
| 11 | 32,4 | 42,5 | 4,4939 | » | » | » | N faible. | » | 0,0 | Id. |
| 12 | 30,7 | 40,6 | 4,4990 | » | » | » | N, SO tr.-faib. | » | 0,1 | Brouillard, gelée blanche. |
| 13 | 29,8 | 37,4 | 4,4902 | » | » | » | NO faible. | O, N | 0,6 | Brumeux. |
| 14 | 32,3 | 41,3 | 4,4916 | 0,0 | 0,0 | » | S faible. | S | 0,8 | Brouillard. |
| 15 | 30,8 | 41,9 | 4,5160 | 1,2 | 1,3 | » | S faible. | SSO | 0,4 | Le soir, nébuleux, halo. |
| 16 | 31,5 | 41,2 | 4,5034 | » | » | » | OSO faible. | O | 0,3 | Brumes à l'horizon. |
| 17 | 31,5 | 42,5 | 4,4961 | » | » | » | OSO faible. | O | 0,8 | Cumulo-nimbus. |
| 18 | 30,6 | 41,4 | 4,4435 | 0,0 | 0,0 | » | O assez fort. | ONO | 0,7 | Id. |
| 19 | 30,4 | 42,0 | 4,5015 | 1,9 | 2,0 | » | NO assez fort. | NO | 0,7 | Gouttes de pluie vers midi. |
| 20 | 30,8 | 43,8 | 4,5406 | 0,4 | 0,4 | » | NO assez fort. | NO | 0,8 | Cumulo-nimbus. |
| 21 | 30,0 | 41,2 | 4,5269 | » | » | » | ONO faible. | NO | 0,8 | Brouillard, gelée blanche. |
| 22 | 25,9 | 42,8 | 4,5373 | 1,2 | 1,4 | » | NNO modéré. | NO | 0,4 | Neige. |
| 23 | 28,3 | 42,9 | 4,5372 | » | » | » | O faible. | SO | 0,3 | Cumulo-nimbus, beau le soir. |
| 24 | 29,2 | 43,0 | 4,5462 | » | » | » | SSO à ESE faib | SO | 0,5 | Cirrus, nébuleux. |
| 25 | 28,0 | 42,9 | 4,5286 | » | » | » | OSO faible. | SO | 0,2 | Brouillard, pluie et neige. |
| 26 | 29,1 | 41,8 | 4,5333 | 3,4 | 3,3 | » | NNE, SO faib. | OSO | 0,3 | Brumes, gelée blanche. Le soir, halo avec parasélènes. |
| 27 | 30,9 | 42,7 | 4,5347 | » | » | » | SSO as. fort. | SSO | 0,8 | Pluie le soir. |
| 28 | 27,3 | 41,9 | 4,5278 | 0,7 | 1,1 | » | SO assez fort. | SSO | 0,9 | Pluvieux. |
| 29 | 31,6 | 41,6 | 4,5055 | » | » | » | SSO modéré. | SSO | 0,9 | Ciel voilé. |
| 30 | 26,3 | 43,9 | 4,5111 | » | » | » | SSO faible. | SSO | 1,0 | Pluie depuis $9^h 5^m$ M. |
| 31 | 27,5 | 43,0 | 4,4945 | 8,7 | 11,4 | » | OSO modéré. | OSO | 0,7 | Grêle à $2^h 20$ s.; tonnerre à $2^h 30$ s. |
| Moy. | 17.30,9 | 65.42,0 | 4,5075 | 19,0 | 22,7 | » | | | 0,55 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire. — (2) Nombres obtenus par interpolation.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Mars 1872.**

*Résumé des observations régulières.*

Les moyennes comprises dans la dernière colonne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

| | 8h M. | 9h M. | Midi. | 3h S. | 6h S. | 9h S. | Minuit. | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 752,96 | 753,11 | 752,86 | 752,10 | 752,43 | 752,80 | 752,76 | 752,88 |
| Pression de l'air sec | 746,69 | 746,79 | 745,98 | 745,18 | 745,84 | 746,56 | 746,78 | 746,53 |
| Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne | | | | | | | | 8°,5 |
| » » du jardin | | | | | | | | 8,9 |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | 6°,35 | 7°,62 | 10°,90 | 11°,58 | 10°,47 | 8°,43 | 6°,82 | 8,44 |
| » (jardin) | 6,29 | 7,95 | 11,56 | 12,00 | 10,08 | 7,97 | 6,33 | 8,45 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | 5,85 | 7,63 | 11,11 | 12,00 | 9,78 | 7,65 | 6,08 | 8,12 |
| Thermomètre électrique (13m,7) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| » (33m,0) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Thermomètre noir dans le vide, T | 10,78 | 15,42 | 24,12 | 22,45 | 9,85 | 7,46 | 5,49 | 13,12 |
| Thermomètre nu dans le vide, $t$ | 7,81 | 11,10 | 17,39 | 16,79 | 9,54 | 7,23 | 5,62 | 10,33 |
| Excès (T − $t$) | 2,97 | 4,32 | 6,73 | 5,66 | 0,31 | 0,23 | −0,13 | 2,79 |
| Température moyenne T′ déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S. | | | | | | | | 17,96 |
| Température moyenne (T′ − $t'$) | » | | » | | » | | | 4,25 |
| Température du sol à 0m,02 de profondr | 7,28 | 7,95 | 10,22 | 10,47 | 9,39 | 8,59 | 7,94 | 8,67 |
| » 0m,10 » | 7,71 | 7,77 | 8,67 | 9,45 | 9,42 | 9,07 | 8,59 | 8,52 |
| » 0m,30 » | 8,53 | 8,50 | 8,50 | 8,47 | 8,61 | 8,76 | 8,81 | 8,64 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 6,27 | 6,32 | 6,88 | 6,92 | 6,59 | 6,24 | 5,98 | 6,35 |
| État hygrométrique en centièmes | 81,8 | 76,0 | 65,7 | 63,5 | 69,0 | 74,8 | 80,2 | 74,2 |
| Inclinaison magnétique 65° + | 42′,12 | 42′,01 | 41′,25 | 41′,15 | 41′,14 | 41′,48 | 41′,27 | 41′,55 |
| Déclinaison magnétique 17° + | 29,70 | 30,87 | 40,95 | 39,45 | 33,65 | 31,30 | 31,48 | 33,65 |
| Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)] | | | | | | | | 19,0 |
| » (udomètre du jardin) | 5,3 | 0,3 | 5,1 | 7,1 | 2,1 | 0,8 | 4,2 | 24,9 |

---

**Errata** (*Observations de février*).

Pluie le 3 . . . . . . . . . . . . terrasse, 2mm,2 (1); cour, 2mm,4 (1).
Pluie totale du mois . . . . . » 26mm,8; » 29mm,3.

---

(1) Nombres obtenus par interpolation.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.


SÉANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

**M. le Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. E. Laugier*, Membre de la Section d'Astronomie, décédé à Paris le 5 avril. Les obsèques ont eu lieu aujourd'hui même; M. Faye a pris la parole au nom de l'Académie, M. Delaunay au nom du Bureau des Longitudes, M. l'amiral Jurien de la Gravière au nom du Ministre de la Marine.

CHIMIE. — *Deuxième Note de* **M. Chevreul** *sur la cristallisation de sels barytiques dont les acides proviennent de l'eau de macération des cadavres.*

« Dans la séance du 18 de mars dernier (1872), j'ai montré un fait nouveau de cristallisation que m'a présenté l'examen des acides neutralisés par la baryte provenant de l'eau de macération des cadavres. La figure de la cristallisation, décrite précédemment, a paru dans le *Compte rendu* de la dernière séance (1er d'avril). Aujourd'hui je présente deux autres faits relatifs à l'examen que m'a offert le précédent; ils en sont donc la suite.

» *Premier nouveau* FAIT. — Une solution barytique contenant un ou plusieurs sels des acides de l'eau de macération des cadavres, évaporée spontanément, a laissé un résidu d'apparence vitreuse, incolore, transparente, à surface plane : peu à peu en perdant de l'eau, la surface est devenue très-légèrement concave; après plus d'un mois, un centre cristallin radié a apparu presque au milieu du verre de montre qui le contenait; enfin, au bout de huit jours, s'est produit ce que sans hésitation je compare à la forme d'un *cratère volcanique*, tranchant sur un fond transparent, à la fois par son opacité et par son relief. Je suis heureux que notre Secrétaire perpétuel, M. Élie de Beaumont, en le voyant, l'ait comparé à l'Etna.

» C'est bien toujours la pression exercée par la surface devenue solide à la suite de l'évaporation, sur une portion de la matière saline conservant encore son eau de dissolution, qui a produit le cône tronqué dont la forme rappelle un *cratère volcanique*.

» Enfin à la base du cône il y avait comme une seconde *bouche* volcanique fermée par une pellicule transparente, rappelant celle qui fermait le cratère supérieur. L'observation microscopique apprenait que ces deux pellicules étaient fendillées en tous sens. La partie solide présentait, sous certaines inclinaisons, une couleur complémentaire de celle des fentes.

» En comparant la forme volcanique du cône tronqué dont je viens de parler, à ce que j'ai appelé *cupules* dans la Communication du 18 de mars, on s'explique comment ces *cupules*, le dernier produit de la cristallisation ascendante, qui s'était opérée successivement du centre à la circonférence, apparaissant sur les bords de la masse, étaient creuses, faute de solution, la totalité de celle qui restait après la cristallisation centrale ascendante ayant été employée à former la paroi solide des *cupules*.

» *Deuxième nouveau* FAIT. — Un résidu vitreux s'est manifesté comme le précédent, après l'évaporation spontanée d'une solution renfermant un ou plusieurs sels barytiques.

» Même après un laps de temps moindre que celui où le cratère du fait précédent s'est produit, des aiguilles satinées ont apparu dans le résidu vitreux; elles ont grandi et formé les étoiles satinées que je mets sous les yeux de l'Académie, et plus tard des dentrites ont apparu dans la masse des étoiles, ainsi qu'un très-petit *chou-fleur* près du bord.

» La partie restée vitreuse présentait une multitude de lignes en tous sens, qui étaient en *relief* et non en *creux*, comme le sont les interstices d'une boue de fossé qui s'est séchée lentement en place. En outre, la partie vitreuse comprise entre les lignes, observées au microscope et même à la

loupe, présentait des lignes sinueuses ou plis sinueux en relief, rappelant les méandres de l'architecture de la Renaissance.

» Je me borne à ces faits, remettant à un travail final mes recherches sur quatre acides que j'ai reconnus dans l'eau des cadavres. »

« **M. Decaisne** annonce à l'Académie la perte que la Section de Botanique vient de faire dans la personne de M. *Hugo de Mohl*, l'un de ses correspondants, décédé à Tubingue le 1er avril. Le nom de M. de Mohl est attaché aux découvertes les plus délicates de l'Anatomie végétale, et ses travaux sur la structure des tiges des Fougères et des Palmiers, devenus depuis longtemps classiques, l'ont placé au premier rang des botanistes. »

## MÉMOIRES LUS.

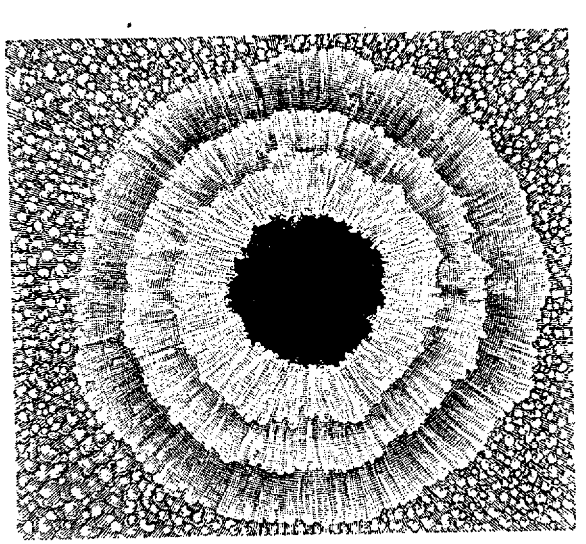
MÉTÉOROLOGIE. — *Suite au Mémoire sur les lois des marées atmosphériques et les conséquences qu'on peut en tirer au point de vue du système du monde; par* **M. J.-J. Silbermann.**

(Commissaires : MM. Delaunay, Daubrée, Edm. Becquerel.)

» 1° Toutes les fois qu'il y a affluence d'étoiles filantes, il y a aurore boréale lumineuse, ou simplement nuageuse dans les latitudes moyennes. Des faits nombreux me portent à admettre qu'il en est absolument de même pour la lumière zodiacale. A ce propos, je dois ajouter que la lumière zodiacale, ainsi que les aurores, correspond à de brusques oscillations du baromètre, et qu'en outre, comme les aurores, elle est quelquefois colorée en rouge vif (*voir* celle décrite par Béguelin, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* de Berlin, en 1771). Arago a observé simultanément avec Laugier, Mauvais, E. Bouvard, M. Faye et Goujon (voir *Astronomie populaire*, t. II, p. 193), la coloration en jaune et en rouge. Les changements brusques d'intensité ainsi que l'apparition de mouvements ondulatoires ont été observés par Humboldt. Une lumière zodiacale s'étendant d'un bout de l'horizon à l'autre, comme celle vue par Béguelin, a été observée par M. Liais. De son côté, M. Respighi a constaté dernièrement par l'analyse spectrale, que la lumière zodiacale présente la raie brillante de l'azote découverte par M. Angström dans les aurores boréales. Tous ces faits, ainsi que la coïncidence de la lumière zodiacale avec les affluences d'étoiles filantes et les aurores boréales, tendent à faire admettre que cette lumière est en réalité une aurore zodiacale, correspondant à l'onde de marée, et non de la matière cosmique. On sait, du reste, que Laplace n'admettait pas que la lumière zodiacale puisse être une extension matérielle de l'atmosphère du Soleil. 2° Lorsqu'il y a aurore boréale, il y a deux vents superposés soufflant selon des directions rectangulaires. 3° Quand le vent supérieur souffle d'un point quelconque de l'horizon du couchant, la pression atmosphérique augmente et la température baisse. 4° Quand le vent supérieur vient d'un point quelconque

du levant, la pression atmosphérique diminue et la température augmente. 5° Le vent supérieur se meut toujours dans la même direction que les étoiles filantes. Ce fait a déjà été observé, avant moi, par Coulvier-Gravier. Mais cet observateur prenant l'effet pour la cause, en a conclu que les étoiles filantes étaient des météores terrestres emportés par le vent. 6° On voit donc que, lorsque l'essaim d'étoiles filantes se meut dans la même direction que la rotation terrestre, la température diminue et la pression augmente. 7° Lorsque le courant d'astéroïdes se meut en sens contraire de la rotation terrestre, la température augmente et la pression atmosphérique diminue, c'est-à-dire que la Terre s'échauffe. Ce fait doit être attribué à l'attraction du courant d'astéroïdes tendant à ralentir la rotation terrestre et, par suite, transformer sa force de rotation en chaleur. Ce fait peut trouver son explication par la belle expérience de Léon Foucault transformant la vitesse de rotation en chaleur. 8° Lorsque l'attraction par la masse des astéroïdes tend à accélérer la rotation terrestre, il y a production de froid. Ce fait donne l'explication des apparitions périodiques de froid





(vulgairement appelées *jours des saints de glace*). La réalité de l'exacte périodicité de ce phénomène a été étudiée et bien établie par M. Charles Sainte-Claire Deville; on voit, par la cause qui le produit, que ce phénomène est de la plus haute importance pour la Mécanique céleste. Ces immenses traînées d'astéroïdes semblent donc en quelque façon remplir tantôt le rôle d'agent de mouvement, et tantôt celui de thermophores en se comportant comme une courroie de transmission de mouvement qui refroidit le tambour en augmentant de vitesse et l'échauffe en allant plus lentement et surtout en tournant en sens contraire. 9° D'autre part Fourrier a établi que la Terre perdait une fois plus de chaleur par rayonnement qu'elle n'en recevait du Soleil. Il s'agissait de découvrir cette source de chaleur inconnue jusqu'ici et indispensable à l'existence des êtres. Il est présumable que la chaleur produite par l'attraction de la masse des essaims d'astéroïdes tendant à retarder la vitesse de rotation de la Terre rendra compte, du moins en partie, de l'appoint calorifique nécessaire que la Terre a perçu; peut-être reconnaîtra-t-on aussi plus tard que la Lune et le Soleil ont de la

même façon une part dans la production de la chaleur terrestre, mais c'est aux géomètres qu'il appartient d'établir la théorie physico-mécanique de ces phénomènes. Simple observateur je ne fais qu'indiquer la question. On sait d'autre part que Fresnel admettait que la lumière se transforme en chaleur. On voit donc qu'il n'est pas nécessaire que le Soleil soit chaud pour procurer à la Terre la chaleur indispensable à la vie. J'ai dessiné au pastel, d'après nature, près de quatre mille nuages terrestres, non-seulement pour étudier ce règne à part, ainsi que les marées atmosphériques, mais particulièrement encore pour avoir tous les éléments de comparaison entre la néphelographie solaire et la néphelographie terrestre. On reconnaîtra sans peine, par la simple inspection, l'identité d'aspect et de forme que présentent les nuages terrestres avec ceux du Soleil. Les nuages, composés de petits cristaux de glace qu'on appelle *cirrhi*, présentent, comme on peut le voir par les figures ci-jointes, la plus grande analogie avec ceux du Soleil, les trous noirs dus à des cyclones et appelés *œil de la tempête* par les marins, ainsi que les trous plus petits qui se trouvent au centre des nuées orageuses provenant des tourbillons qui dérivent des cyclones. 10° Le vent inférieur se meut toujours dans une direction rectangulaire au courant supérieur, quels que soient les changements de direction du vent supérieur, absolument comme le fait une boussole par rapport à un courant électrique. Ce fait curieux pourra peut-être s'expliquer au moyen de la théorie d'Arago sur le magnétisme de rotation. 11° On pourra peut-être aussi à l'aide de ce fait arriver à pénétrer l'origine du magnétisme terrestre et l'explication astronomique des variations séculaires aussi bien que des variations brusques. 12° Puisque la direction des déviations de la boussole dépend de celle du courant d'astéroïdes, on trouvera sans doute que l'aiguille aimantée pourrait peut-être servir non-seulement à révéler l'existence, la force et la durée des courants d'astéroïdes, mais encore leur direction, quoique la traînée d'astéroïdes ne soit révélée par aucune étoile filante visible. 13° Ce fait de l'entraînement des couches atmosphériques en sens inverse de la rotation, produit par l'attraction des corps célestes sur les parties de l'atmosphère qui leur font face, donnera, comme on le verra : 14° I. La véritable explication et la théorie des vents alizés. 15° II. L'explication de la trace sinueuse de la zone des alternatives de calmes et de vents variables, par la résistance plus ou moins grande qu'opposent les obstacles de terre ferme au passage de l'onde de marée, puisqu'elle doit s'éloigner de l'équateur par le fait de toute résistance qui tend à retarder sa marche d'O à E en sens contraire de la rotation terrestre, et de même se rapprocher de l'équateur au-dessus de la surface lisse des mers. 16° La cause réelle qui engendre les cyclones en certains lieux est déterminable par la théorie des marées astéroïdaires à certaines époques fixes, ainsi que la raison du sens et de la force de leur mouvement giratoire. Elle expliquera de même la raison d'être de la trace sinueuse de la zone des calmes, s'éloignant de l'équateur à l'approche des continents et au-dessus, et s'en rapprochant au contraire au-dessus des mers; le sens de la rotation des cyclones et leur détachement de l'onde de marée, ainsi que leur projection contre les côtes orientales, le long desquelles ils roulent comme une toupie le long d'un talus; la formation des tourbillons (tournant alternativement en sens contraire) et dérivés des cyclones; la raison et leur mode de détachement du tourbillon principal au cyclone pour donner lieu à la formation des groupes de nuées orageuses, entre autres celles qui traversent l'Atlantique et parcourent l'Europe après, tourbillons qui, de même que les cyclones, longent les montagnes et les côteaux, et ne traversent que là où il y a un col ou un

minimum d'obstacle, absolument de la même manière que pour l'onde de marée dessinant la zone des calmes équatoriaux. Ces lois des phénomènes qui ont lieu dans l'atmosphère terrestre et sont parfaitement vérifiables par l'expérience et le calcul, nous serviront à pouvoir faire l'ébauche de la Géographie solaire. On atteindra ce but : 1° à l'aide de la loi de Laugier, que j'ai citée plus haut dans la première Partie de ce Mémoire; 2° à l'aide de la loi de Carrington sur le mouvement des taches dans les régions ou latitudes moyennes, et enfin à l'aide des observations, surtout celles de Sonrel et du P. Secchi, sur les mouvements propres des taches en elles-mêmes. L'étude de plus en plus minutieuse de la nature, de la forme et des mouvements des taches solaires, ainsi que celle des cyclones et des nuées orageuses à la surface de la Terre, fera faire des progrès à la science de la Géographie solaire, particulièrement par l'observation de ce qui se passe lorsque des nuées orageuses de mer approchent des côtes de la partie occidentale des continents; ce phénomène permettra peut-être, du moins je l'espère, de pouvoir arriver de même à dessiner les côtes occidentales des continents solaires.

» Ainsi l'étude minutieuse de ce qui se passe lors des aurores boréales conduit à : 1° découvrir les lois des essaims d'astéroïdes; 2° leur influence sur la rotation terrestre; 3° leur influence sur la température terrestre; 4° sur le magnétisme terrestre; 5° l'engendrement des vents alizés; 6° la cause des sinuosités de la zone des calmes; 7° la loi de l'engendrement des cyclônes et de leurs modes de mouvements; 8° la loi d'engendrement et de marche des tourbillons secondaires qui donnent lieu aux nuées orageuses; 9° à faire connaître la cause de la lumière zodiacale ; 10° Les marées atmosphériques expliqueront en grande partie les fluctuations de la santé; 11° Les lois des marées atmosphériques rendues visibles à l'œil nu par les phénomènes particuliers présentés par les nuages; 12° Elle conduit à la découverte de la presque identité de la géographie et de la météorologie solaire, avec la géographie et la météorologie terrestre; 13° Elle a conduit à montrer que les raies noires du spectre solaire sont dues non à une prétendue incandescence du Soleil, mais simplement à l'absorption de certains rayons lumineux du Soleil par la vapeur qui provient de la combustion superficielle des étoiles filantes à proximité de son atmosphère. Pour s'en assurer, il suffit de voir la série des corps que M. Daubrée a trouvée par l'analyse chimique des météorites. Le système des raies doit donc changer avec la nature chimique des astéroïdes. (*Voir* la classification de M. Daubrée, ainsi que les raies spectrales des étoiles; *voir* les travaux de MM. Donati-Rutheaford, Huggins, P. Secchi, Janssen, etc. Par ce fait, les analyses de M. Daubrée ont une importance bien plus grande qu'il ne pouvait leur supposer lui-même; 14° L'étude des couleurs dans les aurores boréales montre qu'une couleur quelconque peut paraître et disparaître sans entraîner les autres; que les vents inférieurs, d'entre sud-ouest et nord, ne donnent lieu qu'à des aurores blanches ou faiblement jaunâtres, parce que ce vent n'emporte guère de matière organique avec lui, tout au plus des particules de sel de mer, d'où la faible coloration jaune observée a Paris, tandis que Bravais et Markens, en 1838 et 1839, sur les bords de la mer Glaciale, ont toujours vu le jaune prédominer : ce qui devait être. Van Marum, et après lui Faraday, ont établi, par des expériences, que la lumière électrique était colorée : 1° en rouge violacé, au milieu du gaz oxyde d'azote; en vert, au milieu de la vapeur d'hydrogène carboné. Il est présumable que les exhalaisons animales donnent lieu à la coloration rouge et les exhalaisons végétales à la coloration verte, ce qui permettra peut-être de faire une espèce d'analyse organique des mondes. La

coloration jaune révèle, sans doute, l'existence des mers composées d'eau salée. MM. Angström, Respighi, Lockyer, Wolfs et Janssen ont constaté, dans l'atmosphère solaire, les raies de l'azote et de l'hydrogène. Il leur reste à trouver celle du carbone et de l'oxygène. 15° Cet ordre de considérations permet donc de constater non-seulement par l'observation faite de nuages jaunes dans la chromosphère, l'existence probable de grands océans d'eau salée à la surface du Soleil, mais d'autre part, l'observation des nuages rouges de la chromosphère fait supposer que le développement de la vie animale à la surface de cet astre est considérable; enfin par la lumière verte qui se trouve au-dessus des nuages rouges, on est porté à admettre un très-grand développement du règne végétal. 17° Il va de soi que, par le fait de la variabilité des taches comme étendue, le Soleil est semblable à une étoile variable par ces alternatives d'éclat. D'où il est permis de conclure par suite de l'effet et de la cause, qu'il en est peut être de même pour les étoiles variables. 18° Enfin, grâce aux Tables chronologiques des tremblements de terre de M. Perrey, d'une part, et de M. Poey de l'autre, on verra que les phénomènes séismiques coïncident avec les apparitions d'essaims d'astéroïdes. J'espère donc pouvoir montrer bientôt que la plupart des tremblements de terre sont dus à l'attraction des essaims d'astéroïdes, donnant ainsi lieu à des espèces d'ondes de marées terrestres; que ces ébranlements périodiques ont dû faire de la croûte terrestre (surtout à l'époque où elle était encore mince), une surface vibrante divisée par des lignes nodales le long desquelles il y a, comme on sait, pression tendant à produire un afflux de matière d'où doit forcément résulter un soulèvement nodal, comme cela se démontre expérimentalement en acoustique. Donc l'afflux de matière le long de ces lignes nodales à dû produire le soulèvement des montagnes, ce qui vient à l'appui de la belle théorie de M. Élie de Beaumont sur le soulèvement symétrique des montagnes donnant lieu au réseau pentagonal. J'ai voulu vérifier les résultats de M. Élie de Beaumont par une autre méthode que celle qu'il a employée, c'est-à-dire la détermination des directions angulaires que les chaînes de montagnes présentent les unes par rapport aux autres. J'ai essayé de vérifier la loi de symétrie des accidents orographiques de la Terre par une méthode plus simple, c'est-à-dire plus à ma portée. Elle consiste à trouver, le compas en main, les équidistances qui doivent exister entre les points d'intersections des lignes nodales de même ordre; je dois le dire, j'ai éprouvé un vif bonheur de pouvoir constater d'une façon très-simple, à l'aide d'un compas qu'on promène à la surface d'un globe terrestre, la mystérieuse symétrie qui règne entre les accidents orographiques de notre Terre (la nature ne dévoile pas ses secrets aux yeux vulgaires; pour obtenir d'elle cette faveur, elle veut, à ce qu'il paraît, qu'on l'aime assez pour lui dévouer tous les instants de sa vie), symétrie dont chacun pourra s'assurer en quelques minutes. Mais pour obtenir ce résultat, il était indispensable d'avoir un globe terrestre très-exact; j'ai passé quinze ans à la création d'une méthode de cartographie rigoureuse sur globe; j'y ai dépensé le peu de fortune qui me restait. J'ai été généreusement secondé par quelques belles âmes, ce qui m'a permis d'arriver à faire graver une orographie, suffisamment détaillée, pour qu'on puisse constater presqu'à première vue l'ordre admirable et bienfaisant qui règne en toutes choses. Les lois que j'ai énoncées plus haut montrent qu'il doit en être de même dans les autres mondes; que le désordre, le chaos, la fatalité, sont choses purement apparentes mais non réelles pour ceux qui savent voir; mais l'ordre et l'harmonie ainsi que l'économie la plus prévoyante, la plus admirable règnent par tous les mondes. 19° Il résulte en outre des faits que je viens d'exposer, qu'il

est permis d'admettre, en attendant des connaissances plus positives, que les comètes, en passant près du Soleil, s'alimentent aux dépens de la couche de vapeur et de cendre provenant de la combustion superficielle des étoiles filantes à proximité de l'atmosphère solaire. On sait que le nombre de ces étoiles filantes, au périhélie, doit être de plusieurs milliards par heure, en suivant les calculs de MM. Newton et Herrick pour la Terre. De plus il résulte, d'après les théories de M. Tait, d'une part, et de M. Le Verrier, de l'autre, que les comètes servent à former des astéroïdes qu'elles lancent dans les espaces après que leur formation a été élaborée suffisamment pour remplir le but suprême auquel la nature les a destinés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'altération des muscles qui se produit sous l'influence des lésions traumatiques ou analogues des nerfs. — Action trophique des centres nerveux sur le tissu musculaire ; par* **M. A. Vulpian.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Lorsqu'un nerf rachidien est coupé transversalement, dans un point quelconque de son trajet, entre le ganglion de ses racines postérieures et ses extrémités périphériques, les fibres nerveuses du bout central, ainsi que je l'ai dit dans ma précédente Communication, subissent une réduction de diamètre, sans altération appréciable de leurs parties constituantes.

» Cette modification du bout central des fibres nerveuses coupées, constitue le type de l'atrophie simple de ces éléments anatomiques. C'est la seule altération que produise directement l'inertie fonctionnelle des nerfs. On sait que les fibres nerveuses du bout périphérique d'un nerf coupé subissent un genre particulier d'atrophie que l'on peut appeler *histopathique*. La myéline de chaque fibre se segmente, se réduit en gouttelettes de plus en plus fines, et le cylindre-axe se modifie aussi très-peu de temps après la section. Il est même probable que c'est la partie constituante de la fibre nerveuse qui s'altère la première, de même que, sans doute, c'est la partie qui se restaure tout d'abord lorsque le bout périphérique du nerf coupé se régénère.

» ... La dégénérescence atrophique des nerfs moteurs s'accompagne du développement rapide de modifications remarquables de la structure et des propriétés physiologiques des muscles animés par ces nerfs. Les recherches de plusieurs physiologistes et les miennes propres ont fait connaître ces modifications. Dans ces conditions, les muscles à faisceaux musculaires striés subissent une atrophie souvent considérable. Le diamètre des faisceaux musculaires primitifs diminue progressivement, et un grand nombre de ces faisceaux finissent par disparaître.

» ... De plus, peu de jours après la section des nerfs moteurs ou mixtes,

on constate que la contractilité musculaire diminue, comme l'a montré M. Duchenne, de Boulogne, chez l'homme et, comme cela ressort des recherches de plusieurs expérimentateurs et des miennes, sur diverses sortes d'animaux.

» Ces modifications histologiques et physiologiques sont-elles dues à la lésion des fibres motrices proprement dites, des fibres sensitives ou des fibres sympathiques (vaso-motrices ou autres) dont l'ensemble constitue les nerfs destinés aux muscles? C'est la première question que je veux examiner. Jusqu'en ces derniers temps, cette question était restée indécise, comme on pourrait s'en convaincre en consultant les traités les plus récents de physiologie et de pathologie. Je crois que mes expériences sur les nerfs de la langue et sur le nerf facial ne peuvent pas laisser de doutes sur la réponse qu'elle doit recevoir.

» J'ai montré, en effet, que les lésions du nerf lingual, chez le chien, ne sont suivies d'aucune altération des muscles de la langue, tandis que les lésions du nerf hypoglosse, au contraire, déterminent, avec une très-grande rapidité, une atrophie considérable des muscles animés par ce nerf.

» Ces expériences mettent donc hors de cause les nerfs sensitifs, pour l'explication de l'atrophie musculaire déterminée par des lésions nerveuses. Toutefois, il serait bon de faire quelques réserves si l'on ne pouvait invoquer que ces seuls faits expérimentaux, car le nerf hypoglosse contient un certain nombre de fibres sensitives, reçues par voie d'anastomoses ou provenant de la racine postérieure de ce nerf (on sait que le nerf hypoglosse possède, chez certains animaux, entre autres le chien, une petite racine postérieure munie d'un ganglion). Mais une expérience sur le nerf facial nous démontrera, d'une façon péremptoire, que l'atrophie musculaire, suite des lésions des nerfs, n'est pas due à la lésion des fibres sensitives contenues dans ces nerfs. De plus, cette expérience réduit à sa juste valeur l'opinion des pathologistes qui veulent rattacher cette atrophie à l'altération des fibres sympathiques (vaso-motrices ou autres), unies, dans ces nerfs, aux fibres nerveuses motrices et sensitives.

» Cette expérience est celle que j'ai faite sur l'origine même du nerf facial, au niveau du plancher du quatrième ventricule cérébral, chez le chien. Une section des fibres de ce nerf, au point même où il sort de son noyau propre d'origine, détermine une atrophie granuleuse de ces fibres dans toute la longueur de leur trajet, jusqu'à leurs extrémités périphériques, et les muscles de la face subissent la même altération et les mêmes

modifications physiologiques que les muscles des membres, dans les cas où leurs nerfs mixtes sont coupés. Dans le point où on le sectionne, dans cette expérience, le nerf facial est sans doute exclusivement moteur, et, par conséquent, l'atrophie musculaire qui résulte de cette section ne peut être due qu'à la section des fibres nerveuses motrices. On pourrait, il est vrai, supposer encore que des fibres nerveuses sympathiques naissent du noyau d'origine du nerf facial, en même temps que les fibres motrices ordinaires; mais c'est là une hypothèse qui ne s'appuierait ici sur aucune donnée anatomique acceptable.

» Je crois donc pouvoir conclure que l'atrophie des muscles et les modifications concomitantes de la contractilité musculaire, qui sont les conséquences constantes des lésions des nerfs destinés à ces organes, sont dues exclusivement à la lésion des fibres nerveuses motrices.

» On peut d'ailleurs invoquer encore, à l'appui de cette conclusion, certains faits pathologiques qui démontrent que les lésions des groupes cellulaires des cornes antérieures de la substance grise de la moelle ont pour résultat invariable une altération atrophique des muscles, tout à fait semblable à celle que déterminent les lésions traumatiques des nerfs. Je fais allusion aux altérations de la substance grise de la moelle épinière, par exemple dans les cas d'atrophie musculaire progressive, ou dans ceux d'atrophie musculaire infantile.

» Ceci bien posé, on doit chercher à déterminer la cause de ces modifications histologiques qui sont provoquées dans les muscles par les lésions de leurs nerfs. Ce travail morbide est-il la conséquence de la paralysie, de l'inertie fonctionnelle à laquelle sont condamnés les muscles dont les nerfs sont coupés? Evidemment non; car, ainsi qu'on le sait, on n'observe rien de semblable dans les cas de paralysie complète des membres dépendant de lésions de l'encéphale, ou de lésions de la moelle épinière, situées au-dessus des points d'origine des nerfs destinés aux muscles paralysés. Dans les hémiplégies complètes de cause cérébrable, dans les paraplégies dues à une compression des parties supérieures de la moelle épinière, les muscles des membres paralysés conservent leur contractilité et leur structure plus ou moins intactes, pendant des mois ou même des années.

» Il ne s'agit pas là non plus, comme des physiologistes l'ont pensé, d'un résultat dû simplement à l'irritation que subissent, dans certains cas de lésions, les nerfs atteints, et secondairement les muscles auxquels se rendent ces nerfs. S'il en était ainsi, il semblerait que la rapidité et l'intensité du travail d'atrophie musculaire dussent varier avec la nature plus ou

moins irritative de la lésion subie par les nerfs. Or, il n'en est rien. Dans mes nombreuses expériences, faites sur divers animaux, les nerfs ont été soumis aux genres les plus variés de lésion, section, incision, arrachement, ligature, écrasement, contusion, cautérisation. Dans tous ces cas, les muscles animés par les nerfs ainsi lésés subissent de la même façon, et à peu près avec la même rapidité, les mêmes modifications histologiques et physiologiques. C'est même dans les cas où l'irritation est la moins vive, c'est-à-dire lorsque les nerfs sont simplement coupés ou excisés, que les modifications sont les plus rapides et les plus prononcées.

» L'altération des muscles n'est pas due non plus à des lésions des parois des vaisseaux des muscles, car d'ordinaire ces vaisseaux restent sains.

» Enfin, cette altération musculaire, bien que liée au travail d'atrophie des nerfs, ne saurait être considérée comme le résultat pur et simple de la propagation de ce travail morbide des nerfs aux muscles. S'il en était ainsi, dès que les nerfs reprennent, par régénération, leur structure normale et leurs propriétés physiologiques, les muscles devraient aussi se reconstituer, dans tous les cas, puisqu'ils peuvent se régénérer comme les nerfs. Cette régénération musculaire a bien lieu, en effet, lorsque le bout périphérique des nerfs lésés s'est remis en pleine communication avec le bout central, et qu'il a subi, dans ces conditions, une restauration complète. Mais cette régénération ne se produit pas, et c'est là un fait bien important, lorsque le bout phériphérique d'un nerf, de l'hypoglosse par exemple, comme dans les expériences que j'ai faites avec M. Philipeaux, se restaure sur place, sans réunion possible avec le bout central, cette partie du nerf étant arrachée. Que manque-t-il donc, dans ce cas, pour que les muscles se régénèrent? L'influence du centre nerveux.

» On est ainsi forcément conduit à cette conclusion : La substance grise du centre spinal et de ses prolongements, ou des parties correspondantes dans l'isthme de l'encéphale, exerce, par l'intermédiaire des fibres nerveuses motrices, une véritable action trophique sur les muscles, comme elle en exerce une indubitable sur les nerfs moteurs eux-mêmes. Et l'ensemble des faits, soit cliniques, soit expérimentaux, que je ne puis développer ici, nous montre que la cause de l'atrophie musculaire, soit dans les cas de lésions traumatiques ou analogues des nerfs moteurs, soit dans certains cas de lésions de la moelle épinière, est la suppression et non l'exaltation morbide de l'influence trophique des noyaux de substance grise d'où naissent ces fibres nerveuses motrices.

» Jusqu'à quel degré cette influence trophique est-elle indispensable au

tissu musculaire? Question à étudier. Quel est le mécanisme intime de cette influence? Question qui me paraît sans solution possible, dans l'état actuel de la science. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'altération des eaux sulfureuses des Eaux-Bonnes au contact d'un air limité, par feu* **M. Louis Martin** (1) (Extrait par l'Auteur).

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Dumas, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« *Conclusions.* — 1° L'eau sulfureuse des Eaux-Bonnes, admise dans les réservoirs au contact d'un air limité, y subit deux réactions successives. La première consiste dans la transformation rapide du monosulfure de sodium en bisulfure, avec production équivalente de silicate de soude. La seconde est la transformation lente et progressive, toujours partielle, du bisulfure de sodium en hyposulfite de soude, par simple fixation d'oxygène.

2° L'eau des réservoirs contient toujours le soufre de la source à l'état de bisulfure et d'hyposulfite. Il ne se dégage point d'acide sulfhydrique; il ne se forme ni sulfites, ni polysulfures d'un degré plus élevé que le bisulfure.

» 3° La préparation des bains par addition d'eau sulfureuse artificiellement chauffée et désulfurée n'a d'autre résultat que de provoquer une oxydation plus profonde, c'est-à-dire de faire passer à l'état d'hyposulfite une nouvelle proportion de bisulfure de sodium. On peut toujours, en s'aidant de simples observations thermométriques, déterminer, à l'aide de la sulfhydrométrie, la composition réelle du bain, c'est-à-dire les poids de bisulfure et d'hyposulfite qu'il contient. Le bain exposé à l'air, s'altère d'ailleurs plus rapidement que l'eau des réservoirs, les sels sulfureux passant progressivement à l'état de bisulfate de soude; il est entièrement désulfuré au bout de vingt-quatre heures.

4° Les sources des Eaux-Bonnes présentent cette particularité singulière, que la silice y existe en proportion définie par rapport au sulfure de

---

(1) Quelques jours avant sa mort, M. Louis Martin, ingénieur au corps des Mines, avait terminé un Mémoire faisant connaître ses recherches sur les Eaux-Bonnes, et il les a résumées lui-même dans cette Note. Le Mémoire complet doit trouver place prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

sodium, à savoir deux équivalents de silice pour un équivalent de sulfure. Ainsi, le silicate qui se forme par l'altération est un quadrisilicate.

5° Deux autres stations des Pyrénées présentent la même relation : ce sont Saint-Sauveur et Cauterets (César, les Espagnols). Ce fait se rattache sans doute à une cause géologique, car les trois établissements sont placés en ligne droite sur une parallèle à l'axe de soulèvement des Pyrénées, parallèle très-remarquable, d'ailleurs, par son parcours orographique. Seulement, tandis que la silice se trouve à l'état libre dans l'eau de Bonnes, on sait qu'elle est à l'état de silicate dans les eaux de Saint-Sauveur et de Cauterets.

6° A cette différence d'état chimique, se rattache une différence essentielle dans le mode d'altération au contact d'un air limité. En discutant les résultats d'analyse de MM. Filhol et Réveil, on peut s'assurer que l'eau des réservoirs contient un mélange de monosulfure et d'hyposulfite de soude, représentant le soufre total du griffon. C'est précisément ce que la théorie faisait prévoir.

» On voit par là combien la composition des bains sulfureux est différente à Cauterets ou aux Eaux-Bonnes, bien qu'ils soient préparés avec des eaux qui contiennent des quantités de sulfure de sodium peu différentes. »

GÉOLOGIE. — *Note sur l'âge du soulèvement du pays de Bray ; par* **M. A. de Lapparent.**

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Daubrée.)

« Le pays de Bray est l'un des traits les plus saillants de la géologie du nord de la France; cette sorte de boutonnière qui, rompant la continuité des plateaux de la Normandie, nous permet de regarder à travers le terrain crétacé tout entier, jusqu'à la base des argiles à gryphées virgules, possède, dans son ensemble, un alignement rectiligne qu'on suit avec la plus grande netteté, depuis le bord de la mer, jusqu'au pied de la forêt de Chantilly. Cet alignement est encore mieux mis en évidence par l'existence, dans son voisinage, de plusieurs accidents exactement parallèles à sa direction, et dont les principaux sont la vallée de l'Aulne et le cours moyen de la Seine, entre Mantes et Villequier.

» Les études auxquelles j'ai dû me livrer pour le service de la Carte géologique détaillée de la France, m'ont permis de réunir sur les allures de cette grande dislocation du Bray une foule de données précises, dont la discussion m'a conduit à des résultats intéressants pour la géologie du bassin

de Paris. Ce sont ces résultats que j'ai aujourd'hui l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Le trait caractéristique du Bray est la dissymétrie frappante du soulèvement, relativement à l'axe anticlinal de la contrée. En partant de la bordure méridionale de la vallée de Bray, on voit affleurer successivement, les unes au-dessous des autres, toutes les couches du terrain crétacé, puis celles de l'étage portlandien, enfin les argiles à gryphées virgules, plongeant régulièrement au sud-ouest et se relevant vers le centre du Bray, au point d'atteindre, en certains endroits, une altitude de 230 mètres, égale à celle du sommet de la falaise crayeuse méridionale. Puis, au moment où les couches jurassiques, presque horizontales, sont arrivées à former l'arête culminante de la contrée, une cassure brusque interrompt la continuité des assises. Tantôt cette cassure met la tranche horizontale des couches à découvert sur le flanc d'un talus escarpé qui, parfois, atteint 120 mètres de hauteur, et dont le pied est marqué par un ravin ; tantôt elle passe par l'axe même d'un mamelon, sans que la topographie la révèle en rien.

» Dans les deux cas, de l'autre côté de la cassure, les divers termes de la série reparaissent, pressés les uns sur les autres et inclinés fortement au nord-est, dans un espace variable entre 500 et 1000 mètres, pour venir s'enfoncer rapidement sous la falaise crayeuse du nord-est, identique, comme composition, allure et altitude, avec celle qui limite le Bray du côté de la Normandie. Souvent même l'espace est insuffisant pour que toute la série crétacée puisse s'y développer, et alors il se produit une cassure secondaire, facile à observer entre Neufchâtel et Gaillefontaine, qui amène les couches de la craie glauconieuse en contact avec les sables crétacés, équivalent du terrain néocomien supérieur.

» La grande cassure se suit aisément, au pied de l'arête culminante du Bray, depuis Neufchâtel jusqu'aux approches de Beauvais; sur tout ce parcours, elle traverse soit l'étage portlandien, soit les argiles et lumachelles à gryphées virgules, en produisant, entre les deux lèvres de la faille, une dénivellation de 200 à 220 mètres. Elle devient ensuite beaucoup moins distincte aux environs de Beauvais, à cause de la nature sableuse ou argileuse des formations qu'elle rencontre; mais on la retrouve à la pointe sud-est du Bray, auprès de Noailles, où la craie blanche, inclinée et disloquée, descend, d'un côté de la brisure, à un niveau inférieur à celui que la craie marneuse occupe du côté opposé. Enfin, au delà du Bray, entre Noailles et la forêt de Chantilly, s'étend un talus crayeux, parfaitement rectiligne et formant le prolongement exact de l'axe anticlinal du Bray. Ce

talus, qui sépare le plateau de Thelle du bassin tertiaire de la vallée du Thérain, a sa crête plus élevée de 100 mètres que les plateaux de calcaire grossier qui lui font face au nord-est. Les sables tertiaires inférieurs et les argiles plastiques s'appuient, en couches inclinées, contre le pied du talus, et il est facile de voir que cet accident n'est autre chose que la trace d'une grande faille traversant la craie blanche et dont la lèvre méridionale a été élevée de 150 à 200 mètres au-dessus du bord opposé.

» La direction de l'accident principal du Bray est donnée par l'alignement commun à l'axe anticlinal et au talus crayeux qui le prolonge. Elle est nord 45 à 46 degrés ouest. Quant à l'âge de cet accident, j'ai pu le déterminer avec précision à l'aide d'une observation faite au Tillet, sur la route de Cires-les-Mello à Neuilly-en-Thelle. En ce point, le calcaire grossier supérieur à cérithes est relevé, sous un angle de 25 degrés, vers le talus crayeux du pays de Thelle, au point d'atteindre une altitude de 130 mètres, tandis qu'on le trouve à 80 mètres sur les bords du Thérain. Cependant les sables de Beauchamp, qui forment le bois du Tillet, ont leur surface supérieure parfaitement horizontale, bien marquée d'ailleurs par un niveau de petits étangs situés sur les marnes inférieures de Saint-Ouen, et l'altitude de cette surface est de 143 mètres, chiffre qui représente l'altitude uniforme du sommet de la formation de Beauchamp au mont Pagnotte, près de Creil, près de Senlis, et jusque dans le Vexin, aux environs de Chars et de Marines. Or, la base des sables de Beauchamp ayant dans ces parages une altitude variable entre 70 et 130 mètres, il est évident que cette formation a comblé les inégalités du sol résultant d'un mouvement qui avait affecté la craie et les premiers étages tertiaires jusqu'à la roche à cérithes. Cette observation concorde bien, d'ailleurs, avec la composition de la formation de Beauchamp, qui présente, dans toute cette région, des cordons de galets siliceux, quelquefois très-gros, et dont il est visible que la source a dû se trouver dans cette falaise de craie à silex violemment amenée au jour après le dépôt du calcaire grossier. M. Raulin avait autrefois signalé ces galets comme permettant de soupçonner que le dépôt des sables de Beauchamp avait succédé à un cataclysme géologique. On voit, par les observations qui viennent d'être mentionnées, que cette conjecture était parfaitement fondée.

» Mais le pays de Bray et le talus crayeux qui le prolonge au sud-est ne sont pas les seules traces extérieures que cet accident ait laissées dans le bassin parisien. Il est facile de démontrer que la vallée de la Seine fait partie du même système. En effet, d'une part, la direction moyenne de cette

vallée, entre Mantes et Caudebec, est exactement parallèle à la direction du Bray. D'autre part, elle est parcourue par une grande fracture, signalée d'abord par M. Harlé, et dont M. Hébert a, le premier, montré la continuité; cette fracture s'observe très-nettement à Vernon, aux Andelys, à Rouen, à Villequier. Ainsi que dans le Bray, il y a généralement, entre les deux bords de la fracture, un paquet de couches fortement inclinées; et l'amplitude, d'ailleurs variable, de la dénivellation peut atteindre 150 mètres, comme à Rouen où la faille de Saint-Sever amène le terrain jurassique au contact de la craie blanche noduleuse. Enfin, tandis que, dans le Bray, le bord élevé de la faille est celui du sud-ouest, dans la vallée de la Seine, c'est celui du nord-est. Il y a donc, entre l'accident du Bray et celui de la Seine, non-seulement identité dans la direction, mais encore symétrie complète dans la disposition; en sorte que l'ouverture de la vallée de la Seine est la contre-partie exacte, bien qu'atrophiée en largeur, de la fracture du Bray, et que tout l'espace compris entre ces deux brisures doit être considéré comme un voussoir de l'écorce terrestre soulevé en bloc par une même action, mais avec une énergie inégale sur les deux faces.

» Cet accident a trop bien marqué son empreinte sur l'orographie du bassin parisien pour qu'il n'y ait pas lieu de lui assigner une place à part dans la série des mouvements de l'écorce terrestre, d'autant mieux que la direction nord 45 degrés à 46 degrés ouest ne correspond à aucun système moderne et ne pourrait être qu'une réouverture du système très-ancien du Morbihan. Je crois donc devoir proposer la création d'un *système du pays de Bray et de la vallée de la Seine* pour caractériser cette double fracture, orientée, dans son ensemble, nord 45 degrés à 46 degrés ouest, et dont l'âge est étroitement défini par son intercalation entre le dépôt du calcaire grossier supérieur et celui des sables de Beauchamp.

» Il convient d'ajouter que cet accident, qui a donné au pays de Bray sa forme définitive, paraît avoir été précédé, dans cette même région, par d'autres mouvements du sol bien caractérisés. La faille du Bray est une cassure en échelons, et il est fort probable que les déviations qui produisent les échelons, ainsi que les différences souvent observées entre la direction générale et les alignements particuliers mesurés à la boussole, doivent être attribuées à l'influence des reliefs antérieurement acquis.

» Ajoutons enfin que, si la fracture du Bray date du dépôt des sables de Beauchamp, les phénomènes de dénudation qui ont donné à la contrée son relief actuel ont dû se produire avec assez de lenteur pour qu'elle soit restée émergée pendant tout le temps du dépôt des étages tertiaires supérieurs. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations relatives aux faits signalés récemment par M. Champouillon, sur la putréfaction cadavérique chez les sujets alcoolisés.* Note de M. **Gauthier de Claubry**, présentée par M. Larrey.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Tout fait tendant à démontrer les funestes effets de l'abus des liqueurs spiritueuses attire en ce moment l'attention générale. Ceux que M. Champouillon a communiqués à l'Académie, dans sa séance du 26 mars, présentent un caractère tout particulier, qui éluciderait d'une remarquable manière la question et ouvrirait une voie nouvelle d'observation dont l'importance est facile à comprendre, parce que ces faits peuvent être vérifiés.

» Mais il faut pour cela que les caractères si particuliers de la putréfaction des cadavres des individus fusillés et autres insurgés dont parle M. Champouillon ne soient dus qu'à l'alcoolisme. Rien ne le démontre d'une manière certaine, et des causes très-diverses pourraient avoir déterminé les effets observés. Il me semble bon de rappeler à ce sujet des faits observés sur une grande échelle, que j'ai signalés il y a plus de trente ans.

» Un nombre considérable de cadavres provenant des batailles de rues, en juillet 1830, avaient été enfouis sur divers points, et en nombre beaucoup plus grand qu'ailleurs à l'entrée du Champ-de-Mars, devant le pont d'Iéna. Ils appartenaient tous à des individus frappés par des projectiles ou des armes de guerre, — étant tous également trouvés soumis aux mêmes conditions atmosphériques, — et ayant été enfouis dans le même temps, — d'où devaient résulter, d'une manière générale, des conditions analogues de putréfaction.

» Lorsqu'au mois de juillet 1840 l'exhumation en fut opérée pour leur transport à la colonne de la Bastille, on les trouva, côte à côte, dans les rangées supérieures comme dans les rangées inférieures, dans *quatre* états différents. Un certain nombre étaient réduits à l'état d'ossements; — d'autres étaient réduits à l'état de gras de cadavre; — pour une partie, la putréfaction était en pleine activité; — et enfin, il s'en trouvait dont la conservation était telle que les familles ont pu facilement les reconnaître à des caractères qu'elles avaient elles-mêmes signalés.

» Il faut bien que des causes particulières aux individus aient exercé une large influence sur l'altération de ces corps, et rien ne démontre qu'il ne se soit pas présenté quelque chose d'analogue dans les faits signalés par M. Champouillon, qui n'en restent pas moins d'une réelle importance.

Ces faits, s'ils appartiennent en réalité à l'alcoolisme, ne pourraient-ils pas conduire à mieux élucider qu'on n'a pu le faire jusqu'ici, la question si controversée des combustions spontanées, que, pour ma part, je suis loin de regarder comme résolue par les expériences de Baup? »

M. **Lecoq de Boisbaudran** prie l'Académie de vouloir bien comprendre, parmi les pièces admises au Concours du prix Bordin, pour l'année 1872, les Communications qu'il a successivement adressées sur la constitution des spectres lumineux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée et à la Commission du prix Bordin.)

M. C. **Saix** adresse une Note, accompagnée d'un dessin, sur une « lunette-microscope ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin.)

M. **Miniac**, M. **Sergent** adressent de nouvelles Lettres relatives à leurs systèmes d'aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Rabache** adresse une nouvelle Lettre relative à diverses questions de Physique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de vouloir bien désigner deux de ses Membres pour faire partie de la Commission qui doit être chargée d'inspecter annuellement l'Observatoire de Paris, conformément au décret du 5 mars 1872 (1).

Cette Commission doit se réunir le premier mercredi du mois de mai, à l'Observatoire.

M. **Ledieu**, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation, dans la séance du 1er avril, adresse ses remerciements à l'Académie.

(1) Ce décret est inséré au *Journal officiel*, numéro du dimanche 10 mars 1872, p. 1697.

**M. C. Sédillot**, Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Membre, actuellement vacante, dans cette même Section.

(Renvoi à la Commission de Médecine et de Chirurgie.)

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *H. Résal*, intitulée « De l'équilibre d'élasticité et de la résistance du ressort à boudin ». (Cette brochure sera renvoyée, à titre de document, à la Section de Mécanique.)

2° Le tome VIII de la « Revue de Géologie (années 1868 et 1869), par MM. *Delesse et de Lapparent* ». Comme les volumes antérieurs, le volume actuel contient le résumé et la discussion des travaux de géologie récents, et plus particulièrement de ceux qui ont été publiés à l'étranger; des analyses inédites de roches, et quelques Communications qui ont été faites directement à cette *Revue*.

3° Le premier volume du « Cours d'analyse infinitésimale (partie élémentaire), par M. *Ph. Gilbert* », qui est présenté à l'Académie par M. Puiseux. « Dans ce volume, dit M. Puiseux, les notions usuelles du calcul différentiel et du calcul intégral sont exposées avec la clarté et la méthode qui caractérisent les autres ouvrages du savant professeur de Louvain. Les théories analytiques, plus élevées ou d'une application moins immédiate, feront la matière d'un second volume ».

**M. le Directeur de l'Observatoire physique central de Saint-Pétersbourg** adresse une Lettre relative à l'échange de publications établi entre cet établissement et l'Académie.

(Renvoi à la Commission administrative.)

ANALYSE. — *Recherches sur les substitutions; par* **M. C. Jordan.**

« On sait qu'il existe un groupe de six lettres, trois fois transitif, et d'ordre 6.5.4.

» M. Émile Mathieu, généralisant ce résultat, a montré que, si $m$ est un nombre quelconque premier, ou puissance de nombre premier, il existera au moins un groupe trois fois transitif de degré $m+1$ et d'ordre $(m+1)m(m-1)$.

» M. Mathieu a signalé également l'existence d'un groupe de douze lettres, cinq fois transitif, et d'ordre 12.11.10.9.8.

» Ces résultats donnent quelque intérêt à la question suivante :

» *Trouver à quelles conditions doivent satisfaire les deux entiers $m$ et $k$ pour qu'il existe des groupes $k+2$ fois transitifs, de degré $m+k$ et d'ordre $(m+k)(m+k-1)\ldots m(m-1)$.*

» Il est clair que s'il existe un groupe K satisfaisant aux conditions de l'énoncé, le groupe G, formé par celles de ses substitutions qui laissent immobiles $k$ lettres prises à volonté, sera deux fois transitif par rapport aux $m$ lettres qu'il déplace, et aura pour ordre $m(m-1)$. La première condition pour que le groupe K soit possible, est que le groupe G le soit lui-même.

» On obtient à cet égard le théorème suivant :

» THÉORÈME. — *Pour que le groupe G, deux fois transitif, de degré $m$ et d'ordre $m(m-1)$, puisse exister, il est nécessaire et suffisant que $m$ soit une puissance d'un nombre premier, telle que $p^n$.*

» *Les lettres de G étant caractérisées par $n$ indices $x, y, \ldots,$ variables de 0 à $p-1$, le groupe G s'obtiendra en combinant les substitutions*

$$| x, y, \ldots, \quad x+\alpha, y+\beta, \ldots |$$

avec des substitutions de la forme

$$| x, y, \ldots, ax+by+\ldots, a'x+b'y+\ldots, \ldots |.$$

Ces dernières substitutions forment un groupe partiel H, d'ordre $m-1$, et simplement transitif par rapport aux $m-1$ lettres qu'il déplace.

» Le groupe G sera susceptible d'autant de formes distinctes qu'il y a de manières distinctes de déterminer le groupe H contenu dans le groupe linéaire et satisfaisant aux conditions précédentes, à la condition de ne pas considérer comme distinctes deux formes différentes du groupe H, réductibles l'une à l'autre par un changement d'indices indépendants.

» Il existe parfois plusieurs manières distinctes de déterminer le groupe H; mais, dans tous les cas, on aura une solution admissible en le supposant formé des puissances d'une substitution linéaire d'ordre $p^n-1$. Cette substitution aura pour forme canonique la suivante :

$$| z, z_1, \ldots, \quad iz, i^p z_1, \ldots |,$$

$i$ étant une racine primitive de la congruence $i^{p^n-1} \equiv$ (mod $p$) et $z, z_1, \ldots$ des indices imaginaires conjugués formés avec $i$.

» La démonstration du théorème ci-dessus repose essentiellement sur le lemme suivant, d'où l'on peut tirer d'ailleurs d'autres conséquences :

» *Un groupe transitif* $\Gamma$, *entre m lettres a, b, c,..., contient nécessairement des substitutions qui déplacent toutes les lettres.* Ces substitutions sont en nombre

$$Y = m\left(\frac{1}{2}N_{m-2} + \ldots + \frac{m-x-1}{m-x}N_x + \ldots + \frac{m-1}{m}N_0\right),$$

$N_x$ étant le nombre des substitutions de $\Gamma$ qui ne déplacent que $x$ lettres, parmi lesquelles $\alpha$ ne se trouve pas. (Tout groupe contenant la substitution unité, on aura $N_0 = 1$, et Y sera au moins égal à $m - 1$.)

» Pour le groupe cherché G, la formule ci-dessus donne $Y = m - 1$.

» Le groupe deux fois transitif G étant construit, on pourra essayer d'en déduire des groupes 3, 4,..., $k + 2$ fois transitifs, par l'adjonction de substitutions contenant 1, 2,... $k$ lettres nouvelles. Mais on obtient le résultat suivant :

» Si $m < 5$, on pourra poursuivre cette opération indéfiniment, et l'on obtient ainsi les groupes symétriques et les groupes alternés de tous les degrés.

» Si $m = 3^2$, on obtiendra pour G deux groupes différents $G_1$, $G_2$. L'un d'eux ne donne naissance qu'à un groupe trois fois transitif $K_1$. De l'autre on peut déduire successivement un groupe trois fois transitif de dix lettres, un groupe quatre fois transitif de onze lettres, un groupe cinq fois transitif de douze lettres. Mais là il faut s'arrêter.

» Pour toute autre valeur de $m$, G ne pourra donner naissance qu'à un groupe trois fois transitif.

» Le groupe cinq fois transitif de douze lettres, découvert par M. Mathieu, n'est donc pas, comme le groupe trois fois transitif de six lettres, le premier terme d'une série. Il reste unique de son espèce. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système particulier d'équations aux différences partielles.* Note de **M. Ed. Combescure**, présentée par M. Serret.

« Soit le système

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} X_1\dfrac{dz_1}{dx_1} + X_2\dfrac{dz_1}{dx_2} + \ldots + X_n\dfrac{dz_1}{dx_n} = Z_1, \\ X_1\dfrac{dz_2}{dx_1} + X_2\dfrac{dz_2}{dx_2} + \ldots + X_n\dfrac{dz_2}{dx_n} = Z_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ X_1\dfrac{dz_m}{dx_1} + X_2\dfrac{dz_m}{dx_2} + \ldots + X_n\dfrac{dz_m}{dx_n} = Z_m, \end{array}\right.$$

dans lequel $X_1, X_2, \ldots, X_n, Z_1, Z_2, \ldots, Z_m$ sont des fonctions données quelconques tant des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$ que des fonctions inconnues $z_1, z_2, \ldots, z_m$.

» Ces équations déterminent les dérivées du premier ordre, et par suite celles des ordres supérieurs, relatives à $x_1$, au moyen des dérivées relatives aux autres variables indépendantes. Si donc on se donne arbitrairement en $x_2, x_3, \ldots, x_n$, les valeurs de $z_1, z_2, \ldots, z_m$, qui sont censées répondre à la valeur particulière $x_1^{(0)}$ de $x_1$, on obtiendra par la formule de Taylor les expressions les plus générales des fonctions inconnues développées suivant les puissances de $x_1$. Réciproquement, tout système fini de $m$ équations d'où l'on pourra déduire des expressions de $z_1, z_2, \ldots, z_m$ vérifiant les proposées (1), et tel que, pour $x_1 = x_1^{(0)}$, il en résulte pour ces fonctions des valeurs arbitraires en $x_2, x_3, \ldots, x_n$, sera le système intégral le plus général.

» Cela étant, on peut obtenir ce système intégral par le procédé suivant :

» On intègre complétement les équations aux différences ordinaires

$$\frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n} = \frac{dz_1}{Z_1} = \frac{dz_2}{Z_2} = \ldots = \frac{dz_m}{Z_m}. \tag{2}$$

» Soient

$$a_1 = f_1, \quad a_2 = f_2, \ldots, \quad a_p = f_p,$$

où

$$p = m + n - 1,$$

les intégrales résolues par rapport aux constantes que cette intégration introduit. Le système intégral des équations (1) est représenté par

$$\left\{\begin{array}{l} \varphi_1(f_1, f_2, \ldots, f_p) = 0, \\ \varphi_2(f_1, f_2, \ldots, f_p) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \varphi_m(f_1, f_2, \ldots, f_p) = 0, \end{array}\right. \tag{3}$$

où $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m$ désignent des fonctions arbitraires.

» Il est visible d'abord, à cause des signes arbitraires $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m$, que les équations (3), quand on y fait $x_1 = x_1^{(0)}$, définissent pour $z_1^{(0)}, z_2^{(0)}, \ldots, z_m^{(0)}$, des fonctions arbitraires en $x_2, x_3, \ldots, x_n$.

» Il reste à prouver que ces mêmes équations (3) fournissent pour $z_1, z_2, \ldots, z_m$ des valeurs qui satisfont aux proposées (1).

» On observe, en premier lieu, qu'une quelconque des fonctions $f$ vé-

rifie l'équation

$$(4)\qquad X_1\frac{df}{dx_1}+X_2\frac{df}{dx_2}+\ldots+X_n\frac{df}{dx_n}+Z_1\frac{df}{dz_1}+Z_2\frac{df}{dz_2}+\ldots+Z_m\frac{df}{dz_m}=0.$$

Ensuite, en désignant généralement par $[u]$ l'expression

$$X_1\frac{du}{dx_1}+X_2\frac{du}{dx_2}+\ldots+X_n\frac{du}{dx_n},$$

et employant des parenthèses pour marquer les dérivées partielles complètes, de sorte que

$$\left(\frac{df}{dx_i}\right)=\frac{df}{dx_i}+\frac{df}{dz_1}\frac{dz_1}{dx_i}+\ldots+\frac{df}{dz_m}\frac{dz_m}{dx_i},$$

on conclura de cette dernière relation

$$X_1\left(\frac{df}{dx_1}\right)+X_2\left(\frac{df}{dx_2}\right)+\ldots+X_n\left(\frac{df}{dx_n}\right)=[f]+\frac{df}{dz_1}[z_1]+\ldots+\frac{df}{dz_m}[z_m];$$

ou bien, en éliminant $[f]$ au moyen de (4),

$$(5)\qquad X_1\left(\frac{df}{dx_1}\right)+X_2\left(\frac{df}{dx_2}\right)+\ldots+X_n\left(\frac{df}{dx_n}\right)=\frac{df}{dz_1}\{[z_1]-Z_1\}+\ldots+\frac{df}{dz_m}\{[z_m]-Z_m\}.$$

» Maintenant,

$$\varphi=0$$

désignant l'une quelconque des équations (3), on a

$$\frac{d\varphi}{df_1}\left(\frac{df_1}{dx_i}\right)+\frac{d\varphi}{df_2}\left(\frac{df_2}{dx_i}\right)+\ldots+\frac{d\varphi}{df_p}\left(\frac{df_p}{dx_i}\right)=0;$$

d'où, en multipliant par $X_i$ et sommant depuis $i=1$ jusqu'à $i=n$, puis ayant égard à (5), on conclut

$$(6)\qquad \left(\frac{d\varphi}{dz_1}\right)\{[z_1]-Z_1\}+\left(\frac{d\varphi}{dz_2}\right)\{[z_2]-Z_2\}+\ldots+\left(\frac{d\varphi}{dz_m}\right)\{[z_m]-Z_m\}=0.$$

» En prenant successivement pour $\varphi$, dans cette équation, $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m$, on formera un système de $m$ équations, lesquelles, à cause que le déterminant

$$\sum\pm\left(\frac{d\varphi_1}{dz_1}\right)\left(\frac{d\varphi_2}{dz_2}\right)\cdots\left(\frac{d\varphi_m}{dz_m}\right)$$

ne peut être nul, exigent que l'on ait

$$[z_1]-Z_1=0,\quad [z_2]-Z_2=0,\ldots,\quad [z_m]-Z_m=0,$$

c'est-à-dire que les équations (1) sont satisfaites.

» La non-annulation du déterminant ci-dessus étant un point essentiel de la démonstration, il convient d'ajouter quelques mots à ce sujet. D'abord dans les équations (3) les fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m$ offrant, par hypothèse, une composition distincte relativement à $f_1, f_2, \ldots, f_p$, considérées comme autant de variables indépendantes, il est clair qu'il est impossible d'éliminer simultanément de ces équations toutes les fonctions $z_1, z_2, \ldots, z_m$, de sorte que lorsqu'on aura donné à $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m$ des formes distinctes déterminées et d'ailleurs quelconques, on pourra tirer pour ces fonctions des valeurs aussi déterminées

$$z_1 = \varpi_1(x_1, x_2, \ldots, x_n), \quad z_2 = \varpi_2(x_1, x_2, \ldots, x_n), \quad z_m = \varpi_m(x_1, x_2, \ldots, x_n);$$

or, pour les équations

$$z_1 - \varpi_1 = 0, \quad z_2 - \varpi_2 = 0, \ldots, \quad z_m - \varpi_m = 0,$$

qui peuvent remplacer (3), le déterminant correspondant est égal à l'unité.

» On peut faire du précédent théorème diverses applications et y rattacher, comme cas très-particulier, l'intégration de l'équation considérée par Legendre au § VIII de son Mémoire de 1787, et à laquelle j'ai fait allusion dans une Note récente, insérée aux *Comptes rendus*. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la volatilisation apparente du sélénium et du tellure, et sur la dissociation de leurs combinaisons hydrogénées.* Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville [Extrait (1)].

« Le sélénium et l'hydrogène chauffés ensemble à 440 degrés produisent, comme on le sait, de l'acide sélenhydrique (2); j'ai étudié aux diverses températures comprises entre 150 et 700 degrés environ les particularités que présente cette combinaison et les phénomènes qui s'y rattachent (3).

» La quantité maximum d'acide sélenhydrique qui se produit est fonction de la température; elle augmente depuis 250 degrés, point de fusion

(1) Le Mémoire complet paraîtra dans les *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*.

(2) P. Hautefeuillé, *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 610, note.

(3) Les expériences ont été faites en plaçant de l'hydrogène sous pression déterminée avec du sélénium en excès dans des tubes scellés, plongés pendant un certain temps dans un bain ou dans une étuve à température constante. Les tubes étaient formés d'un verre très-peu fusible, qui, dans les conditions des expériences, n'est pas attaqué par l'hydrogène ni par l'acide sélenhydrique.

du sélénium, jusque vers 250 degrés, puis diminue quand on chauffe au delà. On peut doubler la pression de l'hydrogène introduit dans les tubes, ou faire intervenir un corps poreux, la pierre ponce, sans changer notablement la quantité d'acide sélenhydrique produit. Quelle que soit d'ailleurs la température à laquelle on opère, on constate que la quantité de cet acide formée dans le tube va tout d'abord en augmentant, mais, au bout d'un nombre d'heures, d'autant plus considérable que le tube est moins fortement chauffé, elle cesse de s'accroître, et l'on a dans le tube la proportion maximum d'acide sélenhydrique qui peut y prendre naissance dans les conditions de l'expérience qu'il devient inutile de prolonger plus longtemps.

» Lorsqu'au lieu de plonger tout le tube dans le bain à température constante, on n'y chauffe que la portion qui renferme le sélénium, on arrive à produire de l'acide sélenhydrique, qui, au bout d'un certain temps cesse encore d'augmenter, et la quantité maximum que l'on obtient est d'ailleurs la même que si le tube avait été chauffé tout entier; seulement tandis que, dans ce dernier cas, on retrouve au fond du tube, ou disséminé en gouttelettes sur ses parois, le sélénium en excès, dans le premier, au contraire, on voit bientôt apparaître, en dehors de la partie chauffée et là où la température est sensiblement celle du sélénium des cristaux brillants, d'un éclat métallique, entrelacés de manière à embrasser toute une section du tube. Ils ne cessent pas de se déposer, alors que la proportion maximum d'acide sélenhydrique est atteinte; ils s'accroissent, au contraire, tant qu'il reste du sélénium au fond du tube.

» Si prenant deux tubes chauffés dans les mêmes circonstances et arrivés à ce point que la quantité d'acide sélenhydrique n'augmente plus à leur intérieur, on refroidit l'un brusquement comme dans toutes les expériences qui précèdent, tandis qu'on laisse l'autre revenir peu à peu à la température ordinaire en passant lentement par tous les degrés intermédiaires; on constate que celui-ci contient moins d'acide sélenhydrique que le premier et d'autant moins que le refroidissement a été plus lent : les deux tubes refroidis brusquement auraient contenu la même proportion de ce gaz. Il y a donc lors du refroidissement progressif décomposition d'une partie de l'acide sélenhydrique formé; c'est un phénomène de dissociation par abaissement de température.

» Pour étudier méthodiquement l'influence de l'abaissement de température sur la quantité de gaz détruite, j'ai fait une série d'expériences dans lesquelles prenant deux tubes qui renferment la quantité maximum d'acide

sélenhydrique possible à une température donnée, on refroidit l'un brusquement, tandis qu'on maintient l'autre pendant un temps plus ou moins considérable à une température plus basse que la première. La quantité de gaz détruite dans ce dernier cas est d'autant plus considérable que l'on se rapproche davantage de 270 degrés environ. De plus si l'on compare les résultats fournis par ces expériences avec ceux que donne la combinaison directe du sélénium et de l'hydrogène aux mêmes températures, on voit qu'au-dessus de 270 degrés, à chaque température correspond une quantité déterminée d'acide sélenhydrique, quantité constante et toujours la même, soit que le tube porté à cette température contienne d'abord de l'acide sélenhydrique tout formé, soit qu'il ne renferme que ses éléments; cette égalité établit que l'on avait bien atteint à ces températures la limite de décomposition. Au-dessous de 270 degrés la combinaison et la décomposition sont tellement lentes l'une et l'autre, et surtout la combinaison, que l'on ne peut pas regarder comme définitivement fixées les quantités décomposées à ces températures.

» Quand, au lieu de soumettre l'un des tubes considérés à l'action d'une chaleur plus faible que celle à laquelle on l'avait exposé d'abord, on l'échauffe davantage au contraire, on voit, comme je l'ai dit plus haut, la proportion d'acide sélenhydrique augmenter jusque vers 520 degrés pour diminuer au delà. Or, si de deux tubes contenant la quantité maximum possible à 520 degrés, c'est-à-dire la plus grande que l'on puisse obtenir par combinaison directe, on refroidit l'un brusquement tandis qu'on porte l'autre à une température plus élevée, l'acide sélenhydrique diminue dans ce dernier; il y a dissociation de ce gaz par élévation de température, et la quantité détruite est d'autant plus considérable que l'on a chauffé davantage au delà de 520 degrés.

» Enfin la dissociation de l'acide sélenhydrique par abaissement ou par élévation de température s'effectue sans que le tube soit porté tout entier à la température considérée; il suffit d'y maintenir un de ses points, et lorsqu'on a chauffé deux tubes dans les mêmes circonstances, l'un tout entier, l'autre en partie, la proportion d'acide sélenhydrique qui reste non détruite est la même dans tous les deux.

» L'acide sélenhydrique soumis à l'action de la chaleur, éprouve déjà vers 150 degrés une décomposition sensible, mais très-lente; la quantité dissociée atteint, vers 270 degrés, une valeur à partir de laquelle elle décroît peu à peu, et passe, vers 520 degrés, par un minimum. La décomposition de ce corps offre donc ici un phénomène comparable à celui que

présente le sous-chlorure de silicium, qui paraît posséder un maximum de stabilité au voisinage du point de fusion (supérieur à celui de la fonte) du silicium (1). Au-dessus de 520 degrés, l'acide sélenhydrique se décompose peu à peu et d'une manière continue quand on élève davantage la température; il se comporte alors comme les corps composés le font d'habitude, comme l'acide chlorhydrique et la vapeur d'eau par exemple.

» De plus, si l'on considère un tube inégalement chauffé en tous ses points et renfermant de l'hydrogène, de l'acide sélenhydrique et du sélénium en vapeurs, la quantité d'acide sélenhydrique qu'il renferme quand l'équilibre s'y est établi est précisément la proportion maximum de ce gaz qui existerait dans ce tube entièrement porté à la température de son point le plus chaud. Si l'on rapproche ce fait de ce qui se passe dans une enceinte à température variable contenant une vapeur avec excès de son liquide (principe de Watt ou de la paroi froide), on retrouve dans les propriétés de l'acide sélenhydrique les analogies reconnues par M. H. Sainte-Claire Deville entre les phénomènes de combinaison et de décomposition des corps, et les phénomènes de formation et de condensation des vapeurs.

» Considérons maintenant un tube contenant du sélénium et de l'hydrogène et plongé partiellement dans une enceinte à température fixe, il se produira, dans la partie chaude, une certaine quantité de gaz sélenhydrique qui viendra se décomposer partiellement dans les régions plus froides, surtout dans celles où sa dissociation est rapide, en y déposant du sélénium. L'extrême mobilité de l'hydrogène et les différences de températures que présentent les diverses sections du tube déterminent, à son intérieur, un mouvement continuel des gaz; l'hydrogène provenant de la décomposition de l'acide sélenhydrique revient sans cesse, dans la partie chaude, se combiner à du sélénium qu'il abandonne en se refroidissant, de sorte qu'il existe une région du tube où du sélénium se dépose constamment. Il prend l'état liquide tant que la température est supérieure à son point de fusion, l'état solide quand elle est inférieure, et toujours, dans ce dernier cas, il se dépose en cristaux qui, dans un tube partiellement chauffé, constituent l'anneau déjà décrit; si le tube renfermant déjà de l'acide sélenhydrique présente en tous ses points la même température, le sélénium se déposera en cristaux tapissant toute la paroi, ou en gouttelettes, selon que cette température n'atteindra pas 250 degrés ou sera supérieure à cette limite.

» Quand on remplace, dans les expériences qui précèdent, l'hydrogène

---

(1) L. Troost et P. Hautefeuille; *Comptes rendus*, séance du 28 août 1871.

par un autre gaz sans action sur le sélénium, l'anneau ne se produit plus; le sélénium se volatilise plus ou moins vite, selon que la température est plus ou moins élevée, et si le tube présente une partie froide, il s'y condense en poudre rouge qui devient noire en s'échauffant. On peut mettre ces différences en évidence par une expérience bien simple : deux tubes contenant, l'un de l'hydrogène, l'autre un gaz différent, sont en partie chauffés dans le même bain; on voit bientôt toute la partie froide du second se recouvrir d'une poussière rouge orangé, tandis que le premier reste transparent; dans ce dernier, la vapeur de sélénium se combine à l'hydrogène à mesure qu'elle se forme, l'acide sélenhydrique se décompose à mesure qu'il se refroidit, aussi bientôt le sélénium disparaît au fond des deux tubes; mais tandis qu'il recouvre d'un enduit opaque toute la portion froide de celui qui ne contient pas d'hydrogène, l'autre reste transparent sur toute son étendue, sauf l'espace occupé par l'anneau caractéristique où tout le sélénium libre est venu se rassembler.

» Le tellure peut, comme le sélénium, se combiner directement à l'hydrogène et donner de l'acide tellurhydrique, qui permet d'obtenir un anneau de cristaux tout à fait comparable à celui du sélénium et produit dans les mêmes circonstances. Avec un tube partiellement chauffé, l'acide tellurhydrique produit dans la partie chaude se décompose à une température moins élevée, et l'on voit se former des cristaux de tellure d'une blancheur éclatante, des prismes pouvant atteindre 20 millimètres de longueur (1), et le phénomène ne s'arrête encore que lorsque tout le tellure a disparu au fond du tube. On peut ainsi, par une volatilisation apparente, transporter avec une quantité limitée d'hydrogène une quantité indéfinie de tellure comme de sélénium; en même temps qu'ils se transportent, ces deux corps cristallisent, de telle sorte que, vis-à-vis d'eux, l'hydrogène joue le rôle d'un véritable agent minéralisateur. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les propriétés réductrices de l'hydrogène, et des vapeurs de phosphore et de leur application à la reproduction de dessins.* Note de **M. B. Renault**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Lorsqu'on dirige un jet d'hydrogène froid sur une feuille de papier Berzélius, imprégné d'un sel oxydé d'argent tel que phosphate, azotate,

---

(1) Berzelius avait obtenu des aiguilles microscopiques en distillant du tellure dans un courant d'hydrogène (*Traité de Chimie*, t. II, p. 222; 1846.)

arsénite, sulfate, sulfite, carbonate, acétate oxalate (1), l'argent est ramené à l'état métallique et le papier noircit instantanément.

» Des caractères invisibles ou faiblement colorés, tracés avec l'un des sels précédents sur la feuille, apparaissent subitement sous l'action de ce gaz.

» L'hydrogène ne réduit pas dans ces circonstances les chlorure, bromure, iodure, cyanure, sulfocyanure d'argent, mais il faut que ces sels soient bien exempts de sels oxydés. Ainsi l'iodure d'argent préparé avec l'iodure de potassium du commerce noircit par l'hydrogène, qui n'altère pas, au contraire, celui qui provient de l'action de l'acide iodhydrique sur l'argent métallique.

» Si donc au moyen d'une encre renfermant un chlorure ou un bromure alcalin (il est préférable d'employer un sel ammoniacal), on trace, ou on imprime un dessin sur un papier imprégné d'azotate d'argent et légèrement paraffiné (2), et si l'on soumet ce papier à l'action réductrice de l'hydrogène; il noircira dans toute son étendue, sauf aux points où l'encre a formé un sel irréductible; le dessin resté blanc se détachera alors sur fond devenu noir.

» Le papier Berzélius très-poreux à l'origine est devenu bien moins perméable aux gaz, par son immersion dans le sel oxydé d'argent, surtout si à ce dernier on a ajouté le sel de mercure, qui correspond au même acide.

» Ainsi l'azotate d'argent additionné d'azotate de bioxyde de mercure, l'arsénite d'argent et de mercure, rendent le papier imperméable (3) à l'hydrogène; il devient en même temps inaltérable à la lumière, si le milieu où il se trouve ne renferme pas de chlorure en suspension ou en vapeur.

» Quant aux traits du dessin qui sont formés d'un sel d'argent, le chlorure, bromure, etc., irréductible dans les conditions de l'expérience, ils

---

(1) Ces sels sont ceux sur lesquels j'ai expérimenté; il est probable que la série comprend la plupart des sels oxydés, sinon tous.

(2) La paraffine a pour but d'empêcher le trop grand écartement du trait, elle colle en quelque sorte le papier que l'on imbibe avec une solution formée de

| | |
|---|---|
| Essence de pétrole........... | 100 grammes. |
| Paraffine.................... | 2 » |

et qu'on laisse sécher.

(3) L'imperméabilité provient tout à la fois de ce que les pores du papier sont en partie bouchés, et de ce que l'hydrogène est arrêté par la réduction superficielle du sel d'argent. La dissolution d'argent doit être au moins au $\frac{1}{10}$ et la dissolution de mercure à peu près équivalente.

laissent passer les gaz avec facilité. Cette propriété permet d'obtenir un certain nombre d'épreuves du même dessin.

» Si l'on place, en effet, une feuille de papier sensibilisé sous le dessin primitif, dont les traits doivent avoir traversé l'épaisseur du papier et être bien secs, on obtiendra sa reproduction exacte en dirigeant perpendiculairement à sa surface un jet d'hydrogène; ce gaz ne passant qu'à travers les traits, réduit les points correspondants de la deuxième feuille, et l'on a en noir une épreuve directe du tracé primitif, épreuve que l'on peut alors fixer et virer en modifiant, s'il y a lieu, les procédés ordinaires, en les adaptant au sel d'argent qui a servi à sensibiliser la feuille de papier.

» A l'hydrogène on peut substituer avantageusement l'azote ou l'acide carbonique qui ont traversé préalablement un tube renfermant des fragments de phosphore; ces gaz noircissent alors non-seulement les sels oxydés d'argent mais ceux de mercure et de cuivre; j'ai obtenu par ce procédé des épreuves sur du papier imprégné de carbonate de cuivre par exemple.

» La quantité de phosphore entraînée par le gaz est très-petite; dans une première série d'expériences, en dosant le phosphore à l'aide d'un procédé très-sensible, j'ai trouvé qu'aux températures 4, 15 et 17 degrés, 10 litres de gaz acide carbonique renfermaient approximativement $0^{mg},8$, $1^{mg},1$ et $1^{mg},2$ de phosphore.

» On peut déduire de ces nombres les tensions de vapeur du phosphore aux températures indiquées; je reviendrai du reste sur cette question.

» L'hydrogène se charge également de vapeurs de phosphore, mais en quantité un peu plus grande aux mêmes températures; de plus, les fragments de phosphore qui restent obscurs dans l'acide carbonique deviennent lumineux dans le gaz hydrogène purifié avec le plus grand soin; l'action de l'hydrogène chargé de phosphore sur les sels d'argent est plus énergique que celle des autres gaz.

» Quand après avoir traversé le tube à phosphore, le gaz, quel qu'il soit, azote, acide carbonique ou hydrogène, se répand dans l'air, il est lumineux dans l'obscurité. Les vapeurs de phosphore entraînées sont la cause du phénomène; la phosphorescence apparaît à une petite distance de l'orifice d'écoulement du gaz, elle est plus brillante, mais plus limitée avec l'hydrogène qu'avec les autres gaz.

» Si l'on dirige le jet gazeux de façon à l'étaler sur des feuilles de papier imprégnées de carbonate de cuivre, de teinture de tournesol, ou d'iodure d'ammonium, la feuille imprégnée de carbonate de cuivre noircira depuis l'orifice par lequel le gaz s'écoule dans l'air jusqu'à la région où commence

la phosphorescence, et ne sera pas altérée au delà ; la feuille colorée par le tournesol bleu rougira *seulement* à partir de la région où commence la phosphorescence et un peu au delà ; enfin, celle qui est imbibée d'iodure d'ammonium deviendra brune, surtout dans la partie du jet où le gaz n'est plus phosphorescent.

» Le carbonate de cuivre est noirci par les vapeurs de phosphore entraînées par le gaz, ces vapeurs qui s'oxydent en se mélangeant à l'air, produisent la phosphorescence et rougissent la teinture de tournesol, sur laquelle tout d'abord elles étaient sans action ; enfin ces vapeurs, devenues acides, brunissent le papier imbibé d'iodure d'ammonium en mettant l'iode en liberté. »

CHIMIE. — *Sur une combinaison de bioxyde de chrome et de dichromate potassique, dichromate kalichromique* $[(CrO^2)^3(CrO^3)^2K^2O]H^2O$ (1). Note de **M. D. Tommasi**, présentée par M. H. Sainte-Claire-Deville. (Extrait.)

» On obtient le dichromate kalichromique en faisant réagir un courant de bioxyde d'azote sur une solution bouillante de dichromate potassique dans de l'acide azotique fumant.

» Ce composé se présente sous forme d'une poudre amorphe d'un brun violâtre, douce au toucher, sans saveur ni odeur. Sa densité à 14 degrés C. est environ de 2,28. Ce corps est complétement insoluble dans l'eau, l'alcool, l'acide acétique, etc. Chauffé au-dessus de 300 degrés, il fond et se décompose en sesquioxyde chromique, oxygène, dichromate potassique et eau. La réaction a lieu de la manière suivante :

$$[(CrO^2)^3(CrO^3)^2K^2O]H^2O = Cr^2O^3 + [(CrO^3)^2K^2O] + H^2O + O^3.$$

» L'acide azotique est presque sans action sur ce composé à la température ordinaire ; sous l'influence de la chaleur, il en dissout une certaine quantité en le transformant en acide chromique. L'acide sulfurique ne l'attaque pas à froid ; à chaud, il le dissout aisément en prenant une teinte verte, cette solution neutralisée par l'ammoniaque donne du chromate neutre d'ammonium. L'acide sulfureux en solution aqueuse le dissout en faible quantité. L'acide chlorhydrique concentré et bouillant le dissout avec dégagement de chlore. Le dichromate kalichromique mêlé à du chlorate potassique ne détone pas par le choc.

---

(1) O = 16.

» Chauffé sur une lame de platine, ce mélange produit une vive déflagration.

» L'analyse de ce composé a donné les résultats suivants :

| | Expérience. | Théorie. |
|---|---|---|
| Chrome | 46,0 | 46,1 |
| Potasse | 16,5 | 16,6 |
| Eau | 3,4 | 3,1 |
| Oxygène | 34,2 | 34,0 |
| | 100,1 | 99,8 |

Ces nombres conduisent à la formule suivante :

$$[(CrO^2)^3(CrO^3)^2K^2O]H^2O, \quad \text{ou} \quad [(Cr^2O^3, CrO^3)(CrO^3)^2K^2O]H^2O.$$

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie le résultat de mes recherches relatives à l'action du bioxyde d'azote sur les solutions nitriques de quelques chromates, et en particulier, de ceux de sodium et d'ammonium.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie de M. Schutzenberger, à la Sorbonne. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le rôle des matières organiques du sol dans les phénomènes de la nutrition des végétaux.* Note de **M. L. Grandeau**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le point de départ de mes recherches est un travail d'ensemble sur les terres noires de Russie dont la fécondité est connue de tous. Ayant eu à ma disposition des échantillons volumineux provenant d'une coupe verticale de 3 mètres, pratiquée sur mes indications, à Uladowka (Podolie), par un habile agriculteur, M. N. Galland, j'ai pu faire une étude complète d'un sol n'ayant jamais reçu de fumure d'aucun genre, assolé triennalement et produisant depuis longues années : 18 hectolitres de blé, 22 hectolitres d'avoine et 30000 kilogrammes de betterave à l'hectare.

» La composition chimique de cette terre, déterminée par les méthodes ordinaires, ne rend pas compte de sa fertilité persistante; c'est en en recherchant la cause que j'ai été conduit aux résultats qui font l'objet de ce Mémoire. La terre noire doit sa couleur et probablement sa fertilité à une combinaison particulière de matières organiques avec la silice, l'acide phosphorique, le fer, la chaux et la magnésie que j'ai isolée et dont je vais faire connaître les principales propriétés. Unie dans le sol, selon toute pro-

babilité, aux bases terreuses, cette substance complexe n'est enlevée à la terre dans son état naturel ni par l'eau ni par les solutions acides ou alcalines. Il faut préalablement détruire la combinaison calcaire dans laquelle elle est engagée. On peut procéder de la manière suivante : on met la terre en contact avec une solution acide faible, on lave par déplacement pour enlever l'excès d'acide, on humecte la masse avec de l'ammoniaque et l'on épuise le sol par des lavages réitérés à l'eau ammoniacale. La matière noire se dissout, le sol se décolore complétement, en même temps qu'il subit dans ses propriétés physiques et chimiques d'importantes modifications. La solution brun foncé ainsi obtenue, traitée par les réactifs ordinaires de $PhO^5$, $F^2O^3$, $MgO$, $CaO$, $SiO^3$, ne décèle la présence d'aucun de ces corps, fait en accord avec celui qu'a observé Th. de Saussure dans ses recherches classiques sur le terreau.

» Évaporée à sec, elle donne un résidu noir brillant, cassant, soluble dans les alcalis. Calciné, ce charbon laisse un résidu rouge colcotar, dont la coloration et le poids varient avec la nature du sol d'où il provient. Ce charbon, suivant les cas, m'a donné de 2 à 60 pour 100 de son poids de cendres. Traité par l'acide azotique, ce résidu se dissout partiellement; la partie soluble est formée de phosphates de fer, de manganèse, de chaux, de magnésie et de potasse; la partie insoluble dans $AzO^5$ est complétement attaquée par $SO^3, HO$; elle consiste en silicate de fer contenant un peu de silicate de chaux. Je crois devoir rappeler ici le rôle important que M. P. Thenard a été conduit, en 1858, d'après ses expériences, à assigner aux silicates comme dissolvants des phosphates dans le sol.

» Comme on le voit, dans certaines conditions, l'ammoniaque dissout dans le sol les phosphates de fer et de chaux, la magnésie et la silice à un état de combinaison que la Chimie est jusqu'ici impuissante à reproduire.

» La terre noire que j'ai analysée contient, pour 100 grammes de terre, $0^{gr}20$ de $PhO^5$, dont $0^{gr}16$, c'est-à-dire 80 pour 100, sont à cet état qui le rend facilement assimilable par les végétaux, comme on le verra plus loin. La terre de Russie donne par kilogramme 42 grammes de cette matière noire laissant par calcination 21 grammes de cendres.

» Les analyses de différents sols consignées dans mon travail et rapprochées des rendements agricoles de ces sols montrent qu'il y a eu rapport étroit entre la fertilité d'une terre et sa richesse en matières solubles dans l'ammoniaque (notamment $PhO^5$ à cet état particulier).

» A l'aide de quelles réactions, sous quelle influence la matière orga-

nique combinée dans le sol aux bases terreuses est-elle, dans la nature, mise à la disposition des racines des végétaux? Comment devient-elle soluble? Les faits suivants me semblent offrir une réponse satisfaisante à ces questions. J'ai d'abord constaté que l'intervention d'un acide énergique, tel que l'acide chlorhydrique, n'est pas nécessaire; une solution d'acide oxalique même étendue suffit pour mettre en liberté, dans la terre de Russie, la matière soluble dans l'ammoniaque. Lorsqu'on traite la terre noire par l'acide oxalique, puis par l'eau, et enfin par l'ammoniaque, on obtient la solution brune contenant $PhO^5, Fe^2O^3, CaO, MgO, SiO^3$, comme par l'acide chlorhydrique. L'acide oxalique qui s'empare de l'élément calcaire du sol est impuissant à précipiter la chaux engagée dans la combinaison organique.

» Après avoir essayé sans succès décisif de substituer le gaz acide carbonique libre à l'acide oxalique, j'ai complétement réussi avec l'acide carbonique combiné à une base alcaline, avec le carbonate d'ammoniaque notamment. Une solution étendue de ce sel, traversant lentement une couche de terre noire, joue successivement le rôle d'acide et le rôle de base vis-à-vis de la matière noire en question (1). Au début de l'expérience, le carbonate est décomposé, son acide carbonique fixe la chaux, qui rend la matière noire du sol insoluble; l'ammoniaque devenue libre dissout la substance noire isolée de la chaux, le sol se décolore, la solution brun foncé, évaporée à sec et calcinée, donne un résidu rouge ($PhO^5$, $Fe^2O^3$, $CaO$, $MgO$, $SiO^3$) tout à fait analogue à celui que j'ai décrit plus haut. Il y a lieu de penser, d'après cela, que le carbonate d'ammoniaque doit être le véritable agent naturel de la dissolution dans le sol du fer, de l'acide phosphorique, de la silice, de la chaux et de la magnésie qui s'y trouvent à l'état particulier qui fait l'objet de cette étude. Si j'ajoute que le fumier de ferme, traité comme la terre, donne des solutions de tous points comparables à la solution ammoniacale de la terre noire, j'aurai indiqué les résultats principaux de mes recherches analytiques.

» Reste à examiner comment cette solution de phosphates de silice, de chaux, etc., se comporte dans la nutrition des végétaux, et l'influence qu'exerce leur présence ou leur absence dans des sols d'autre part identiques. J'ai entrepris à ce sujet des expériences directes dont j'aurai l'honneur de communiquer les résultats à l'Académie dès qu'elles seront termi-

---

(1) M. Deherain a constaté, de son côté, en 1856, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 988, que le carbonate d'ammoniaque enlève au sol les phosphates insolubles dans l'acide carbonique.

nées. Je me bornerai aujourd'hui à faire connaître comment se comporte la solution noire extraite du sol dans un dialyseur. Dans le vase intérieur, j'ai placé une solution de matière noire donnant par la calcination 53 pour 100 du résidu minéral (rapporté au poids de la matière noire desséchée). Après trente-six heures, le liquide extérieur (eau distillée), qui était resté complétement incolore, a été évaporé et le résidu analysé; ce dernier, qui ne contenait pas de matière charbonneuse, était formé de phosphates de fer, de manganèse, de chaux, de magnésie, en un mot des matières de la solution noire du sol, moins les substances organiques. Le liquide du vase intérieur a été évaporé, le résidu charbonneux calciné n'a donné que 8 pour 100 de cendres. 85 pour 100 du poids primitif des éléments minéraux avaient donc traversé la membrane. Il me paraît résulter de là : 1° que les éléments minéraux en question ($PhO^5$, $Fe^2O^3$, $CaO$, $MgO$, etc.) sont à un état directement assimilable pour les végétaux, ou tout au moins qu'ils peuvent être absorbés par leurs racines; 2° que la matière organique de l'humus n'est point absorbée et reste dans le sol.

» Il résulte de l'ensemble des faits consignés dans mon Mémoire : 1° que les sols fertiles renferment les éléments nutritifs minéraux sous la forme où nous les offre le fumier de ferme et notamment le purin; 2° que la fertilité d'un sol est étroitement liée à la richesse en éléments minéraux de la matière organique soluble dans l'ammoniaque qu'il renferme; 3° que les substances organiques sont dans la nature le véhicule des aliments minéraux, qu'elles les extrayent du sol pour les présenter sous une forme immédiatement assimilable aux racines des végétaux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Analyse chimique et microscopique de la pluie de sable météorique tombée en Sicile les* 9, 10 *et* 11 *mars* 1872. Note de **M. O. Silvestri**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le 29 février, M. H. Tarry, météorologiste français, s'appuyant sur les données recueillies à l'Observatoire météorologique central de Montsouris, m'annonçait que le cyclone qui était descendu au sud de l'Europe du 24 au 27 février, après avoir parcouru l'Afrique, reviendrait sur la Sicile vers le 3 ou le 4 mars avec *chute de sable*.

» Cette prédiction s'est réalisée complétement à partir du 5. En effet, du 5 au 11 mars, la pression barométrique diminua rapidement et régulièrement de $769^{mm}18$ à $758^{mm}95$; en même temps, arrivait un ouragan furieux; une tempête épouvantable régnait sur mer, et le ciel demeurait assombri

par un épais brouillard, qui se résolut, les 9, 10 et 11 mars, en une pluie dont la couleur jaune rougeâtre était due à une abondante poussière qui s'y trouvait en suspension.

» Cette eau trouble, après un quart d'heure de repos, laissait déposer un résidu jaune rougeâtre, composé de particules plus lourdes, que deux filtrations, au moins, étaient nécessaires pour séparer du liquide.

» Un litre d'eau contenait 3gr3 de poussière météorique. L'eau filtrée et la poussière météorique ont été analysées séparément. Voici les résultats de cette analyse.

» I. *Eau filtrée.* — Elle est limpide, incolore, sans odeur, ayant une légère saveur saline; sa densité est 1,00069. Elle n'est ni acide ni alcaline. Traitée par la dissolution alcoolique de savon, elle donne un précipité blanc abondant et marque 17°5 à l'aréomètre, tandis que l'eau de pluie ordinaire, recueillie avant et après la pluie météorique, ne marque que 1 degré.

» Soumise à une ébullition prolongée, elle se trouble et dégage, par litre d'eau filtrée, 19 ½ centimètres cubes de gaz, composé de 83,959 pour 100 d'azote, 13,070 pour 100 d'oxygène et 2,971 pour 100 d'acide carbonique.

» Si on l'évapore jusqu'à siccité, après avoir pris une teinte jaune de plus en plus prononcée, elle abandonne un résidu solide, fixe, de couleur gris clair, pesant 0gr66, dont la moitié est composée de sels solubles, et l'autre moitié, par parties égales, de matières minérales insolubles et de matières organiques donnant toutes les réactions des substances organiques azotées.

» L'analyse chimique de cette eau a donné les résultats suivants :

| | | gr |
|---|---|---|
| Eau | | 1000,000 |
| Matières minérales insolubles : | Bicarbonate de chaux.. | 0,129 |
| | Bicarbonate de magnésie | 0,035 |
| | Bicarbonate de fer..... | 0,000 (traces) |
| | Sulfate de chaux...... | 0,041 |
| Matières minérales solubles : | Chlorure de potassium. | 0,000 (traces spectroscopiques |
| | Sulfate de soude...... | 0,009 |
| | Chlorure de sodium... | » |
| Matières organiques | | 0,063 |
| Poids d'un litre d'eau météorique... | | 1000,698 |

» II. *Poussière météorique.* — Séparée de l'eau et séchée, elle conserve une couleur jaune rougeâtre, due à des particules luisantes; soumise à l'action de la chaleur, elle prend la couleur rouge de la terre cuite. On l'a

analysée, ainsi que le sable du Sahara, qui avait été envoyé par M. Tarry. Les résultats sont les suivants :

| | | Poussière météorique. | Sable du Sahara. |
|---|---|---|---|
| Parcelles colorées en jaune par le fer oxydé : | argileuses..... | 75,08 | » |
| | siliceuses...... | » | 91,7 |
| Parcelles de carbonate calcaire............ | | 11,65 | 8,0 |
| Chlorure de sodium.................... | | » | 0,5 |
| Matières organiques.................... | | 13,19 | 0,3 |
| | | 100,00 | 100,0 |
| Densité........... | | 2,5258 | 2,5242 |

» Cette poussière météorique a été soumise à un examen microscopique pendant qu'elle était encore humide, immédiatement après la filtration.

» Elle présentait une quantité de débris organiques incomplets, tels que poils, fragments de membranes végétales, portions de plantes aquatiques, petites fructifications, etc. ; en outre, on y découvrait des formes organiques complètes, des diatomées et des infusoires vivants.

» Parmi ces petits organismes, ceux que j'ai pu clairement distinguer sont les suivants :

» 1° Vésicules sphériques de $\frac{1}{80}$ de millimètre de diamètre linéaire, à parois très-minces, avec un noyau central ovoïde jaunâtre, granuleux, entouré de lignes concentriques (abondantes);

» 2° Vésicules discoïdes, ayant souvent la forme de ménisque, d'un diamètre de $\frac{1}{160}$ de millimètre, à parois transparentes, incolores, sans noyau intérieur, mais avec des rugosités (abondantes);

» 3° Vésicules protéiformes diverses, d'un diamètre variant de $\frac{1}{80}$ à $\frac{1}{160}$ de millimètre, incolores, unies, transparentes, sans aucun signe de rugosité (peu abondantes);

» 4° Quatre espèces de diatomées, déjà observées et étudiées par M. Ehrenberg, de Berlin, dans d'autres poussières météoriques, savoir : *Navicula fulva*, *Sinedra entomon*, *Pinnularia æqualis? Gallionella crenata* (toutes trois très-rares);

» 5° Trois espèces d'infusoires à mouvement inquiet et rapide, étudiées aussi par Ehrenberg : *Cyclidium arborum*, *Trachelius dendrophilus*, *Bursaria triquetra*. Très-fréquents (excepté la dernière espèce, très-rare). Je les ai observés tournant autour de grumeaux, de matière organique, et je suis convaincu qu'ils avaient leur origine dans l'eau chargée de sable qui était tombée du ciel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la composition chimique du vert de Chine* (lokao). Note de **MM. S. Cloez** et **Er. Guignet**, présentée par M. Cahours.

« Le vert de Chine, signalé pour la première fois en 1848 comme matière colorante distincte par Daniel Kœchlin, a été l'objet de nombreux travaux dus à MM. Persoz, Michel de Lyon et Charvin. Ce dernier est même parvenu à reproduire le vert de Chine au moyen des nerpruns indigènes.

» Après avoir attiré vivement l'attention des chimistes et des teinturiers, le vert de Chine est tombé dans un oubli à peu près complet. Cette couleur a été délaissée pour les magnifiques verts d'aniline; elle était d'ailleurs d'un usage difficile en teinture et d'un prix fort élevé.

» Au point de vue de la chimie pure, il nous a paru intéressant de reprendre l'étude du vert de Chine, surtout en vue d'obtenir un produit d'une composition définie et d'étudier les relations qui peuvent rattacher ce produit aux nombreuses matières colorantes extraites des fruits des nerpruns (matières jaunes des graines de Perse et d'Avignon, vert de vessie, etc.).

» C'est la première partie de notre travail que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Le vert de Chine ou *lokao* est une véritable laque contenant une forte proportion de matières minérales diverses : chaux, alumine, oxyde de fer; il retient aussi beaucoup d'humidité : la partie sur laquelle nous avons opéré perd 9,4 pour 100 d'eau par une dessiccation à 100 degrés. Soumise à l'incinération, la matière laisse un résidu grisâtre, égal à 26,2 pour 100.

» *Action de l'eau.* — Le vert de Chine se dissout en très-petite quantité dans l'eau froide. A l'aide d'une digestion prolongée il se gonfle et se dissout en plus grande proportion.

» Abandonné pendant une semaine au contact de l'eau dans un vase fermé, le vert de Chine subit une sorte de fermentation accompagnée d'une réduction partielle. La liqueur filtrée est d'un bleu verdâtre très-foncé : le résidu, épuisé par l'eau fraîche, se dissout dans l'eau chaude et la colore en violet rouge très-intense.

» On pourrait croire que la matière bleue ainsi préparée représente le principe colorant du vert de Chine à l'état de pureté; mais il n'en est rien : ce n'est autre chose qu'une laque semblable à la laque primitive, et laissant par l'incinération une quantité considérable de résidu.

» Ainsi cette réduction du lokao par voie de fermentation ne présente d'intérêt qu'au point de vue de la teinture et ne peut donner un produit d'une pureté suffisante.

» *Action des carbonates alcalins.* — Le vert de Chine se dissout aisément dans les solutions des carbonates de potasse et de soude; mais il s'altère en même temps, et le produit précipité par l'eau de la solution alcaline concentrée n'est encore qu'une laque impure.

» Après de nombreux essais, nous avons réussi à obtenir la matière colorante suffisamment pure par le procédé suivant :

» Dans 4 litres d'eau distillée, on fait dissoudre 100 grammes de carbonate d'ammoniaque pur; on ajoute à la solution 100 grammes de lokao grossièrement pulvérisé, et l'on agite de temps en temps. Après quatre jours de contact, la liqueur est devenue d'un vert bleu très-foncé; on filtre et l'on évapore au bain-marie, dans une capsule plate, de manière à chasser complétement le carbonate d'ammoniaque en excès.

» On obtient ainsi 60 pour 100 d'un produit bleu parfaitement soluble dans l'eau, représentant la combinaison de la matière colorante pure, que nous appellerons *lokaïne*, avec de l'ammoniaque.

» Ce résultat confirme les observations de Persoz, d'après lesquelles le vert de Chine, complétement purifié, devrait être bleu et non pas vert.

» La lokaïne ammoniacale se comporte comme un véritable sel d'ammoniaque.

» La lokaïne ammoniacale, obtenue par l'évaporation de la dissolution aqueuse, n'est pas encore un produit absolument pur : elle laisse par calcination près de $\frac{1}{100}$ de matière minérale contenant de l'alumine et une petite quantité d'oxyde de fer.

» Pour obtenir la lokaïne ammoniacale dans un plus grand état de pureté, on ajoute de l'alcool à la dissolution du vert de Chine dans le carbonate d'ammoniaque; il se forme ainsi un précipité bleu foncé qu'on lave à l'alcool jusqu'à épuisement. Ce précipité séché ne laisse plus à l'incinération qu'une trace de matière minérale.

» L'alcool de lavage tient en dissolution diverses matières brunes et une certaine quantité de glucose.

» La composition de la lokaïne ammoniacale obtenue par précipitation et séchée à 100 degrés peut être représentée par la formule

$$C^{56}H^{33}O^{33}, AzH^{4}O.$$

Elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

| | I. | II. | $C^{56}H^{37}O^{34}Az$. |
|---|---|---|---|
| Carbone | 51,020 | 50,780 | 50,98 |
| Hydrogène | 5,660 | 5,65 | 5,62 |
| Azote | 2,137 | » | 2,125 |
| Oxygène | 41,183 | » | 41,275 |
| | 100,000 | | 100,000 |

» La formule $C^{56}H^{34}O^{34}$ représente la composition de la lokaïne pure, que l'on doit considérer comme un acide faible.

» Les différents sels métalliques donnent avec la solution de lokaïne ammoniacale des précipités qui paraissent être de véritables laques, mais qu'il est difficile d'obtenir de composition constante et définie, car la plupart des sels, le chlorure de sodium entre autres, précipitent la lokaïne ammoniacale sans l'altérer; par des lavages prolongés, le précipité se redissout dans l'eau pure.

» *Action de l'acide sulfurique étendu sur la lokaïne ammoniacale.* — Quand on traite à chaud la lokaïne ammoniacale par de l'acide sulfurique étendu d'eau (au vingtième), la matière se dédouble très-nettement en un corps brun rougeâtre insoluble dans l'eau acide, en glucose soluble et en une autre substance également soluble et précipitable par l'acétate de plomb.

» La matière insoluble est facile à purifier, d'abord par l'eau, qui enlève l'acide sulfurique, puis par l'alcool, qui dissout une matière brunâtre.

» Nous appelons *lokaétine* le produit insoluble du dédoublement de la lokaïne ammoniacale; il nous paraît être à cette substance ce que l'acide gallique est au tannin, ce que la rhamnétine est à la rhamnine.

» La lokaïne serait donc un glucocide.

» La lokaétine se forme encore en chauffant pendant plusieurs heures, à la température de 110 degrés, la lokaïne ammoniacale; mais le dédoublement n'est pas complet : on obtient une matière d'un violet très-pur, complétement insoluble dans l'eau à froid et à chaud, ainsi que dans le carbonate d'ammoniaque. Il est facile d'isoler ce produit par des lavages de la lokaïne ammoniacale non altérée et des autres substances solubles.

» La lokaétine séchée à 100 degrés ne laisse qu'une trace de cendres; elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

| | I. | II. | $C^{18}H^{8}O^{10}$. |
|---|---|---|---|
| Carbone | 54,595 | 54,62 | 55,10 |
| Hydrogène | 4,407 | 4,41 | 4,06 |
| Oxygène | 40,998 | 40,97 | 40,84 |
| | 100,000 | 100,00 | 100,00 |

» La formule $C^{18}H^{8}O^{10}$, que nous adoptons provisoirement, représente assez exactement la composition de la lokaétine. Cette substance est très-peu soluble dans l'eau; abandonnée au contact de ce liquide, elle s'y gonfle à la manière de la gomme adragante. Les plus faibles traces d'alcali suffisent pour la faire virer au violet; elle se réduit par le sulfhydrate d'ammoniaque comme la lokaïne elle-même; elle forme des flocons rouges peu solubles dans la liqueur ammoniacale et redevenant violets au contact de l'air.

» La lokaétine s'attaque aisément par l'acide nitrique même très-étendu, sous l'influence d'une température de 100 degrés. On obtient ainsi une grande quantité d'acide oxalique et une matière jaune cristallisable douée d'un pouvoir colorant très-intense. Cette matière est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; elle diffère complétement de l'acide picrique, dont elle n'a pas la saveur amère.

» L'acide sulfurique concentré dissout facilement à froid la lokaétine, en se colorant en brun pourpre très-foncé; la liqueur précipite par l'eau et donne un produit brun insoluble dans l'eau et dans l'alcool acidulés. Par l'action des alcalis faibles, cette matière donne un produit vert foncé, soluble dans l'alcool. En la soumettant à l'analyse après lavage complet et dessiccation, nous avons obtenu des nombres qui conduisent à la formule $C^{18}H^{6}O^{8}$.

» C'est la lokaétine, moins deux équivalents d'eau enlevés par l'acide sulfurique. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme du* Mucor Mucedo. Note de **MM. Ph. Van Tieghem** et **G. Le Monnier**, présentée par M. Decaisne.

« Des recherches sur la végétation du *Mucor Mucedo* nous ont fait découvrir, pour cette moisissure, une des plus généralement répandues, trois formes reproductrices nouvelles, savoir : deux systèmes distincts de sporanges et l'appareil sexué qui engendre par voie de conjugaison l'œuf ou zygospore. En même temps nous avons dû modifier la signification attribuée jusqu'ici à deux des appareils reproducteurs déjà connus pour appartenir à cette même espèce; de telle sorte que, si les formes reproductrices que le *Mucor Mucedo* est capable de revêtir dans le cours de sa végétation sont aujourd'hui plus nombreuses qu'on ne le croyait, elles se trouvent, par contre, enfermées dans un champ plus restreint.

» Nous regardons comme appartenant au *Mucor Mucedo* tout organe ou système d'organes qui se trouve, soit par une insertion immédiate, soit par l'intermédiaire du mycelium commun, en parfaite continuité de tissu avec le sporange caractéristique de cette espèce, ou dont les corps reproducteurs, purs de tout mélange, développent par une germination suivie sans interruption sur le porte-objet du microscope un mycelium portant ce sporange caractéristique. Appuyés sur les mêmes principes, MM. de Bary et Woronin ont pu déjà (*Beiträge*, I, 2, p. 13, 1865) rattacher au *Mucor Mucedo* cinq formes reproductrices distinctes : 1° le sporange terminal ordinaire qui seul caractérisait autrefois l'espèce; 2° les sporanges latéraux produisant des formes rameuses décrites autrefois comme espèces distinctes (*Mucor ramosus*, etc. ; *Ascophora Candelabrum*, etc.); 3° le système dichotome de petits sporanges sans columelle et ordinairement tétrasporés, nommé par Link *Thamnidium elegans;* c'est le *Melidium* d'Eschweiler; 4° l'appareil à rameaux pointus et verticillés, nommé *Chætocladium Jonesii* par M. Fresenius, et dont les petits corps reproducteurs sont considérés par lui et par MM. de Bary et Woronin comme de simples spores exogènes, des conidies; nous montrerons plus loin que ces prétendues conidies sont, en réalité, des sporanges monospermes; 5° enfin, des cellules ovoïdes, isolées ou unies en chapelet, qui interrompent les filaments mycéliens ou en terminent les rameaux, et dont chacune reproduit la plante; pour MM. de Bary et Woronin, ce sont des gonidies, mais nous verrons que le mode de formation en est endogène.

» Ceci posé, et sans parler ici des sporanges terminal ou latéraux bien connus, ni du système thamnidien que nous avons obtenu et cultivé en même temps que les autres formes, nous nous bornerons à caractériser brièvement chacun des trois appareils nouveaux qui doivent prendre rang dans la série précédente, après quoi nous reviendrons sur les deux derniers termes de cette série, pour en mieux préciser la valeur morphologique.

» *Forme hélicostylée.* — En étudiant les filaments sporangifères d'un *Mucor Mucedo* développé sur des excréments, nous avons rencontré, tantôt inséré directement sur la partie inférieure ou moyenne du filament, tantôt implanté à côté de lui sur le mycelium, un appareil reproducteur inaperçu jusqu'ici comme tel et qui n'est autre que la forme imparfaitement décrite et figurée par Corda en 1842, sous le nom d'*Helicostylum elegans* (*Icones*, V, p. 17 et 65, pl. II, fig. 28), forme qui ne paraît pas avoir été étudiée depuis cette époque, mais que nous avons pu semer et cultiver abondamment sur divers milieux (*voir* sur ce point le journal l'*Institut*, numéro du 13 mars

1872). Semées sur le porte-objet dans une goutte de jus d'orange filtré, ses spores germent et reproduisent, après deux jours, les sporanges caractéristiques du *Mucor Mucedo*, l'appareil hélicostylé à divers degrés de complication et le Mucor hélicostylé. L'helicostylum appartient donc au même titre que le thamnidium au *Mucor Mucedo*, et les deux preuves résultant de la continuité de tissu et du semis établissent à cet égard pour les deux appareils une certitude du même ordre et complète.

» *Forme circinombellée.* — La seconde forme, qui nous paraît entièrement nouvelle, tient à la fois du sporange terminal ordinaire par la dimension de ses sporanges, le grand nombre de leurs spores et le grand développement de leur columelle, et du système hélicostylé par la disposition et l'enroulement en crosse de ses rameaux fructifères. Sur le mycelium se dresse un filament dont le sommet porte d'un seul côté et en des points fort rapprochés un certain nombre de rameaux recourbés en crosse, terminés chacun par un assez gros sporange sphérique, d'un gris d'ardoise à la maturité, et formant une ombelle fructifère à la fois terminale et unilatérale. La paroi du sporange réfléchi est granuleuse, non diffluente, et se rompt à la maturité, en laissant une large cupule autour de la base de sa grande columelle cylindroïde, pour laisser échapper plusieurs centaines de spores sphériques, mais de même dimension et de même aspect que celles du sporange caractéristique du *Mucor Mucedo*. Les filaments circinés ne se brisent pas et les sporanges ne se détachent pas tout entiers comme dans l'helicostylum. Sous l'ombelle, et du même côté, s'échappent un ou deux rameaux plus gros qui s'allongent, tendent à reprendre la direction verticale en déjetant l'ombelle, et se terminent par une ombelle semblable à la première et munie à son tour d'un ou deux rameaux latéraux. Cela se répète un certain nombre de fois, jusqu'à ce que le dernier rameau, s'allongeant plus que les autres, se termine en pointe stérile. Il se constitue ainsi un long filament dressé, simple ou rameux, formé de branches de génération différente implantées les unes sur les autres, et dont les ombelles successives se trouvent rejetées latéralement de manière à regarder le ciel.

» Tel est, dans ses traits essentiels, le mode de végétation de cette curieuse moisissure à laquelle, pour rappeler à la fois la courbure circinée des rameaux fructifères et leur disposition en ombelle, nous proposons d'appliquer le nom de *Circinumbella*. Nous ne l'avons pas, jusqu'à présent, trouvée en continuité de tissu avec les sporanges ordinaires du *Mucor Mucedo* au milieu desquels elle se développe sur les excréments; on pourrait donc la croire autonome. Mais comme ses spores sphériques

mises à germer sur le porte-objet dans une goutte de jus d'orange filtré donnent un mycelium qui porte, après deux jours, les sporanges caractéristiques du *Mucor Mucedo*, il devient certain qu'elle n'est qu'une forme reproductrice, la forme circinombellée de ce *Mucor Mucedo*.

» *Forme sexuée.* — On connaît les zygospores de trois espèces de Mucor, les *M. Syzygites, fusiger* et *stolonifer;* nous avons découvert, en février dernier, celles du *Mucor Mucedo*. A la suite d'un semis de spores d'helicostylum sur un excrément, il s'était développé une riche et homogène végétation de Mucor dont les filaments se trouvèrent, après dix jours, entièrement flétris. C'est alors, douze jours après le semis, que nous vîmes, dans les recoins où le mycelium brunâtre était abrité contre l'accès de l'air et de la lumière, des zygospores en abondance et à divers degrés de développement. Bien mûres, elles ont la forme d'un tonneau plus large que haut et atteignent environ $\frac{2}{10}$ de millimètre; leur épispore, d'un noir opaque, est hérissée de gros tubercules obtus, excepté sur le milieu des faces planes où s'insèren tles cellules d'attache, qui sont brunâtres, renflées à la manière ordinaire et égales. Elles n'ont pas germé jusqu'à présent.

» *Forme chætocladienne.* — Pas plus que le circinumbella, le chætocladium n'est associé directement au sporange caractéristique, et la preuve de sa dépendance avec le Mucor ne peut être obtenue que par le semis. Cette preuve a été donnée par MM. de Bary et Woronin. Grâce à l'obligeance de M. M. Cornu, qui nous en a donné des spores, nous avons pu cultiver cette forme et répéter l'expérience. On place sur le porte-objet, dans une goutte de jus d'orange, un fragment bien pur de cet appareil ayant en place ses corps reproducteurs bien mûrs, gris d'ardoise. Après six à huit heures, la membrane externe brunâtre et finement hérissée du corps reproducteur s'ouvre par une large déchirure, et il s'en échappe une spore sphérique, incolore, lisse, de même dimension et de même aspect que celles du circinumbella, et qui germe au dehors. Il est démontré par là ce qu'une certaine similitude d'aspect et de coloration avec le thamnidium, l'helicostylum et le circinumbella aurait permis de prévoir, que les corps reproducteurs du chætocladium ne sont pas des spores de formation exogène, des conidies, comme l'admettent MM. de Bary et Woronin, mais bien des sporanges monospermes. Ce point nous paraît capital dans l'histoire morphologique du *Mucor Mucedo*, dont le polymorphisme se trouve par là resserré entre des limites plus étroites. Ainsi compris, l'appareil chætocladien n'est pas autre chose, en effet, que le terme extrême de la série de réductions qui s'opèrent dans le nombre des spores et dans la dimension de la columelle quand on

passe du sporange terminal aux sporanges latéraux, de ceux-ci au circinumbella, puis à l'helicostylum et au thamnidium.

» Ces semis de chætocladium sur jus d'orange nous ont donné, non-seulement comme à MM. de Bary et Woronin, du Mucor pur, mais encore du Mucor plus ou moins mélangé de chætocladium, et même plusieurs générations successives de chætocladium pur. Développé dans ces conditions, l'appareil chætocladien a constamment ses sporanges pédicellés.

» *Spores mycéliennes.* — Les spores qui se forment sur le mycelium quand sa végétation est pauvre sont regardées par MM. de Bary et Woronin comme de simples articles transformés de ce mycelium, des gonidies. D'après nos observations, elles naissent à l'intérieur du tube mycélien dont la paroi ne contribue pas à leur formation et sont mises en liberté par la résorption de cette paroi; elles sont d'origine endogène.

» En résumé, l'évolution du *Mucor Mucedo* comprend aujourd'hui huit formes reproductrices : 1° l'appareil sexué qui donne par voie de conjugaison l'œuf ou zygospore; 2° six systèmes distincts de sporanges qui, sous le rapport du nombre des spores et de la dimension de la columelle, s'échelonnent ainsi : sporange terminal, sporanges latéraux isolés, appareils circinombellé, hélicostylé, thamnidien et chætocladien; 3° les spores mycéliennes. Ces huit appareils ayant ce caractère commun d'engendrer leurs corps reproducteurs par voie de formation endogène, on voit que, dans l'état actuel de nos connaissances, le polymorphisme si riche du *Mucor Mucedo* s'exerce, en définitive, dans un champ fort restreint. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Magnétisme terrestre.* Lettre de **M. Diamilla-Muller**, communiquée par M. Le Verrier.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un exemplaire d'une carte d'essai des lignes *isogones* de la mer Adriatique, et un tableau de la déclinaison absolue pour les principaux endroits de la côte réduite à l'année 1872.

» La variation totale de la boussole, à partir de Corfou jusqu'à Venise, est, en chiffres ronds, de 3° 30′ (plus exactement 3° 26′, 4).

» Les perturbations que l'on y rencontre présentent le plus grand intérêt pour les marins. Les plus importantes sont au nombre de trois :

» 1° La ligne = 11° 30′, qui semble détournée de sa marche régulière par l'influence du mont *Valebit* qui a une extension de près de 60 milles marins;

» 2° Le rocher *Pomo*, autour duquel se trouve une grande perturbation symétrique;

3° la ligne de *Lissa* (10° 30'), qui peut être influencée par la même cause de perturbation du rocher *Pomo*.

» La position magnétique de ce dernier mérite la plus grande attention des marins. D'après la disposition générale des lignes isogones de cette mer, *Pomo* devrait avoir maintenant une déclinaison d'environ 11 degrés, comme, en effet, cela a lieu à l'est et à l'ouest de sa position. Au lieu de cela l'aiguille aimantée se trouve tout à coup repoussée vers l'est, d'environ 2 degrés. Il est possible que la cause de cette perturbation se trouve dans la matière volcanique du rocher lui-même. Quoi qu'il en soit, il est évident que les marins doivent y faire la plus grande attention, parce qu'ils peuvent être trompés et se croire à l'entrée de l'Adriatique, près d'Aulona. Pomo en est éloigné de plus de 240 milles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'origine cosmique des aurores boréales.* Note de M. **Diamilla-Muller**, présentée par M. Le Verrier.

« M. Tarry a présenté à l'Académie (11 mars 1872) une Note dans laquelle il est dit que M. Tacchini, dès le 23 avril 1871, développait l'opinion « que nos aurores polaires ne sont autre chose, au moins dans le plus grand » nombre des cas, qu'un phénomène d'induction électrique dû aux grandes » aurores qui se produisent sur le Soleil. »

» D'un autre côté, M. Delaunay a présenté dans la séance du 25 mars une lettre de M. le professeur Donati, de Florence, qui réclame pour lui la priorité de cette opinion. En effet, M. Donati, dès 1869, disait que pour se rendre compte des rapports existant entre les planètes et les phénomènes solaires on ne peut mieux faire que d'avoir recours aux phénomènes électro-magnétiques, et aujourd'hui il conclut que les aurores polaires peuvent bien dépendre d'un échange d'électricité entre le Soleil et les planètes.

» Mais l'Académie sait que bien longtemps avant MM. Donati et Tacchini, c'est-à-dire au mois de mai 1854, j'avais publié à Paris une série de recherches, qui ont été soumises à son jugement, sur l'analogie des phénomènes magnétiques avec les phénomènes thermiques dus au Soleil (1). Dans ces recherches, à plusieurs reprises j'ai développé l'opinion que le Soleil

(1) *L'Ateneo Italiano.* Paris. V. Masson, 1854, p. 134, 140, 201 et suiv.

agissait directement sur le magnétisme comme il agissait sur la température du globe. Peut-être, à cette époque-là, le parallèle était trop hasardé, au moins dans les détails. Toutefois, entre autres choses, j'ai écrit les lignes suivantes dans les Études présentées à l'Académie (1) :

« Ce n'est pas le moment de discuter une idée que nous suivons depuis longtemps pour étudier si le globe de la Terre est magnétique par lui-même ou s'il est magnétique par l'influence d'une force étrangère; si c'est son action qui dirige l'aiguille aimantée, ou si cette action est produite par la grande cause qui régit tout notre système planétaire. Mais nous demandons la permission de supposer que le Soleil, tout en dirigeant des rayons lumineux et des rayons calorifiques, *envoie sur la terre une quantité de rayons magnétiques capables de produire les phénomènes du magnétisme terrestre....* Il est facile de concevoir qu'en même temps que le Soleil éclaire, en même temps qu'il échauffe les diverses parties du globe, il leur envoie par le moyen de ses rayons chimiques une quantité considérable de fluide magnétique qui, en se combinant avec le fluide devenu propre de la terre, détermine les phénomènes de l'aiguille aimantée.... »

» De plus, en parlant de l'influence des aurores boréales sur l'aiguille aimantée, influence qui à ce moment-là (1854) était encore contestée, nous disions (2) que la présence d'une aurore boréale, visible ou invisible, détruisait toute espèce d'analogie entre les phénomènes magnétiques et calorifiques, sans toutefois détruire la possibilité de la cause productrice des aurores, c'est-à-dire le courant magnétique produit par l'influence solaire.

» Il me semble donc que si l'on doit faire une question historique sur la priorité de l'opinion émise de l'influence solaire sur les phénomènes magnétiques, on devrait tenir compte de ce que j'avais publié en 1854, plusieurs mois avant que le P. Secchi lui-même publiât ses premières Notes sur cette influence.

» L'Académie, en 1854, avait soumis mes Recherches au jugement d'une commission composée de MM. Duperrey, de Senarmont et Bravais. — En 1870, j'ai publié à Florence une seconde édition de ces Recherches.

» Dernièrement, par l'entremise de M. Le Verrier, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (3) une autre Note relative aux observations magnétiques pendant l'aurore polaire du 4 février dernier; et, partant du grand nombre de données recueillies par moi depuis 1854, je croyais pouvoir émettre de nouveau l'opinion que l'*aurore magnétique* n'était que la

(1) *Comptes rendus*, 4 décembre 1854.
(2) *Ateneo Italiano*, p. 213.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 548.

décharge *lumineuse* du fluide qui, de l'équateur aux pôles, forme la forc dirigeante de l'aiguille aimantée; ses variations anomales indiqueraient la cause du phénomène en une espèce d'agglomération de ce même fluide aux pôles magnétiques, qui, pour rétablir l'équilibre, se résoudrait en une décharge violente et par conséquent lumineuse.

» Or il me semble juste de rappeler que, si l'on doit prendre en considération l'opinion que la cause des phénomènes magnétiques provient directement du Soleil, cette opinion a été émise par moi dès le mois de mai 1854 et présentée à l'Académie le 4 décembre de la même année.

» Il est incontestable, cependant, que les remarques présentées aujourd'hui par M. Donati complètent ma théorie, surtout quant à la voie que prend la visibilité des phénomènes auroraux à mesure que le mouvement diurne de notre planète amène successivement les différents méridiens à prendre la même position et la même direction par rapport au courant qui partirait du Soleil. C'est une nouvelle preuve qu'on aboutit toujours à la vérité, bien que l'on se serve de routes tout à fait différentes.

» Qu'il me soit donc permis aujourd'hui de dire tout entière ma pensée sur l'influence solaire, d'après les premiers essais présentés en 1854.

» Un courant magnétique (nous le nommons ainsi faute de mieux) partirait du Soleil vers ses planètes selon qu'elles sont plus près ou plus loin de lui, d'un côté ou d'un autre côté. Quant à la terre, ce courant arriverait dans une position moyenne située entre l'équateur et l'écliptique. De cette place, qui serait l'équateur magnétique, partiraient deux courants opposés vers les pôles magnétiques d'où le même courant serait renvoyé au Soleil. Par conséquent, la direction de ces courants serait de *l'équateur aux pôles*, et non des pôles à l'équateur. Si la surface de la terre ne présentait aucune cause locale de perturbation dans la direction des courants, ceux-ci seraient placés géométriquement de part et d'autre par rapport à l'équateur magnétique, et l'axe magnétique passerait par le centre de la terre. L'irrégularité des directions des courants serait donc l'effet d'une modification locale et accidentelle produite par ces perturbations.

» L'aurore polaire enfin serait simplement l'effet d'une suspension accidentelle du renvoi du courant au Soleil. Le courant, faute de pouvoir continuer sa route de retour, s'agglomérerait aux pôles et, pour rétablir l'équilibre, se résoudrait en une décharge lumineuse. Et alors, comme dit justement M. Donati, le phénomène lumineux se rendrait visible de l'orient à l'occident, suivant le mouvement diurne de notre planète.

» L'explication de tous les phénomènes magnétiques deviendrait facile :

l'irrégularité de direction des courants sur la surface du globe; les variations diurnes annuelles et séculaires de l'aiguille; les déplacements des pôles magnétiques; les avis préalables que nous donne l'aiguille aimantée sur l'apparition ou sur l'existence des aurores.

» Avant de présenter définitivement cette opinion, j'aurais voulu attendre les résultats des expériences magnétiques simultanées que j'ai proposées pour le mois d'octobre prochain, mais les déclarations de M. Tarry, la Note de M. Donati présentée par M. Delaunay, et le silence gardé sur mes publications anciennes et récentes, m'obligent de rompre le silence. »

**M. A. Latouche** adresse une Note sur l'utilité qu'il y aurait, au point de vue de l'agriculture, à faire parvenir l'eau de la mer jusque dans l'intérieur des continents. Il propose, pour cela, l'établissement d'un système de canalisation suivant les lignes de chemins de fer, et communiquant avec des réservoirs situés sur le rivage de la mer, où des machines élèveraient l'eau à une hauteur convenable.

**M. A. Perreccio** adresse une Note concernant les lois générales de l'univers.

**M. Monet** adresse une Note concernant un remède contre la goutte, remède qu'il ne fait pas connaître.

On fera savoir à l'auteur que l'Académie considère comme non avenues toutes les Communications relatives à des remèdes secrets.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er avril 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Le Jardin fruitier du Muséum : le Poirier; par* M. J. Decaisne, Membre de l'Institut. T. Ier, *Introduction, Organographie, etc.* Paris, 1871-1872 ; in-4°, texte et planches.

*Note sur une monstruosité de la fleur du violier* (Cheiranthus cheiri, L.); *par* M. P. Duchartre. Sans lieu ni date; br. in-8°.

*Réflexions sur les expériences du général américain Pleasonton, relatives à l'influence de la lumière bleue ou violette sur la végétation; par* M. P. DUCHARTRE, Paris, 1871; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture de France.*)

*Allocution à la Société de Géographie de Paris, à l'ouverture de la séance de rentrée après les vacances, le vendredi* 20 *octobre* 1871; *par* M. D'AVEZAC, Membre de l'Institut. Paris, 1872; br. in-8°.

*La fumée de tabac; par* le Dr G. LE BON. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Mémoire sur le mouvement organique dans ses rapports avec la nutrition; par* le Dr J.-R. MAYER (de Heilbronn); traduit de l'allemand et suivi d'une Note *Sur l'unité des forces et la définition de l'électricité; par* L. PÉRARD. Paris, 1871; in-8°.

*Esprit et matière. Réponse à M. le Dr Buchner; par* le Dr HUBERT. Paris, 1871; in-8°.

*Recueil de mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires;* t. XVIII. Paris, 1867; in-8°.

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Amiens;* 2e série, t. VIII. Amiens, 1872; in-8°.

*Ramon Lull* (Raimundo Lulio) *considerado como alquimista. Discurso leido por* D. Jose RAMON DE LUANCO *el dia de su recepcion en la Academia de Ciencias naturales y Artes de Barcelona.* Barcelona, 1870; in-8°.

*Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche, pubblicato da* B. BONCOMPAGNI; tomo IV, lugli-agosto 1871; 2 liv. in-4°.

*Naturhistorisk Tidsskrift stiftet af* Henrik KROYER, *udgivet af prof.* J.-C. SCHIODTE, 1867 *à* 1871. Kjobenhavn, 1867 à 1871; 7 vol. in-8°.

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 avril 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Observatoire météorologique central de Montsouris. Bulletin quotidien du* 1er *janvier au* 30 *mars* 1872; in-4°.

*Observatoire météorologique central de Montsouris. Bulletin hebdomadaire d'Histoire naturelle, agricole et médicale, du* 4 *janvier au* 28 *mars* 1872; in-4°.

*Cours d'analyse infinitésimale; par* Philippe GILBERT. *Partie élémentaire.* Louvain, Paris et Bruxelles, 1872; in-8°. (Présenté par M. Puiseux.)

*Observations sur le choléra; par* le Dr J.-D. THOLOZAN. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*) [Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours du prix Bréant, 1872.]

*Revue de Géologie pour les années* 1868 *et* 1869*; par* MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT; VIII. Paris, 1872; in-8°.

*De l'équilibre d'élasticité et de la résistance du ressort à boudin; par* M. H. RESAL. Sans lieu ni date; br. in-8°.

*Banque de Belgique. Assemblée générale annuelle tenue le* 19 *mars* 1872. Bruxelles, 1872; br. in-4°.

*Traitement curatif des maladies des voies respiratoires et de la phthisie pulmonaire, en particulier dans le phosphate acide de chaux; par* M. H. FRÉMINEAU. Paris, 1872; br. in-8°.

*De l'emploi simultané des eaux ferrugineuses arsenicales; par* M. le Dr CHARVET. Lyon, 1872; br. in-8°.

*Histoire médicale du blocus de Metz; par* M. E. GRELLOIS. Paris et Metz, 1872; 1 vol. in-8°.

*Congrès scientifique de France* (XXXVe session, Montpellier). *Le* Phylloxera, *faits acquis, et Revue bibliographique; par* J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Actes du Congrès.*)

*Des modes d'invasion des vignobles par le* Phylloxera; *par* J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, 1869; br. in-8° (Extrait du *Messager du Midi* et du *Messager agricole du Midi.*)

*Des limites naturelles des flores, et en particulier de la florule locale de Montpellier. Communication verbale faite devant le Congrès scientifique de France, le* 8 *décembre* 1868; *par* J.-E. PLANCHON. Montpellier, 1871; br. in-8°.

*Le* Phylloxera *de la vigne en Angleterre et en Irlande; par* J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Messager agricole du Midi.*)

*Le* Phylloxera *et son action sur les divers cépages, d'après M. C.-V. Riley; par* J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, 1871; opuscule in-8°. (Extrait du *Messager agricole du Midi.*)

*Notes entomologiques. Sur une chenille qui attaque le* Pinus excelsa; *par* M. J.-E. PLANCHON. Montpellier, sans date; opuscule in-8°.

*Conseils sur le traitement des vignes atteintes du* Phylloxera; *par* MM. J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Messager du Midi.*)

*Essais préliminaires sur la destruction du* Phylloxera; *par* J.-E. PLANCHON. Montpellier, sans date; opuscule in-12. (Extrait du *Vigneron du Midi.*)

*Maladie de la vigne. Le* Phylloxera. *Instructions pratiques adressées aux viticulteurs sur la manière d'observer la maladie du* Phylloxera *et le* Phylloxera *lui-même; par* J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, 1870; br. in-8°.

*Rapport sur la maladie du* Phylloxera *dans le département de Vaucluse. Résumé des études faites sous les auspices du Conseil général de Vaucluse; par* J.-E. PLANCHON. Avignon, 1870; br. in-8° (Extrait du *Bulletin de la Société d'Agriculture et d'Horticulture de Vaucluse.*)

*Mélanges physiques et chimiques tirés du* Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. VIII. *Note sur la fabrication des étalons de longueur par la galvanoplastie; par* M. H. JACOBI. Saint-Pétersbourg, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

*An experimental research on the antagonism between the actions of physostigma and atropia; by* T.-R. FRASER. Edinburg, 1872; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

*Observations on the Geology and Zoology of Abyssinia made during the progress of the british expedition to that country in* 1867-1868; *by* W.-T. BLANFORD. London, 1870; in-8°, relié.

*Records of the geological Survey of India;* vol. IV, part. 3, 4. Calcutta, 1871; in-8°.

*Memoirs of the Geological Survey of India. Palæontologia indica, cretaceous fauna of southern India;* vol. III, n$^{os}$ 9, 13, S. VI: *The Pelecypoda, etc.;* S. VII: *Kutch fossils.* Calcutta, 1871; 2 br. in-4°.

*Il nebbione e la pioggia di sabbia* 7, 8, 9, 10 *e* 11 *marzo* 1872; G. DE LISA. Palermo, 1872; br. in-12. (Présenté par M. Henri Sainte-Claire Deville.)

*Intorno a due codici Vaticani della epistola de magnete di Pietro Peregrino di Maricourt, ed alle prime osservazioni della declinazione magnetica; Nota del* P. D. Timoteo BERTELLI, barnabita. Roma, 1871; in-4°.

*Protuberanze solari osservate contemporaneamente a Palermo, Roma e Padova nel luglio ed agosto* 1871; *relazione di* P. TACCHINI. (*Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani;* febbraro 1872.)

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PLASTICO-DYNAMIQUE. — *Sur l'intensité des forces capables de déformer, avec continuité, des blocs ductiles, cylindriques, pleins ou évidés, et placés dans diverses circonstances; par* M. DE SAINT-VENANT.

« 1. *Principe qui régit les pressions à l'intérieur des solides ductiles dans leurs mouvements continus de déformation persistante.* — Ce principe général est qu'en chaque point la plus grande composante tangentielle de pressions sur l'unité superficielle des diverses facettes qui s'y croisent soit égale à la constante spécifique, appelée K par M. Tresca (1), qui mesure pour chaque matière la résistance au glissement transversal continu, ou au cisaillement.

» Comme, dans tout corps solide ou fluide, cette plus grande des composantes tangentielles, qui s'exerce sur une surface bissectrice de celles de la plus grande et de la plus petite des trois pressions normales *principales*, a pour intensité la demi-différence de celles-ci, on voit que le même principe de la *plastico-dynamique* peut s'énoncer : *qu'en chaque point, la plus*

(1) *Mémoire sur le poinçonnage* (1869), au tome XX *des Savants étrangers*.

*grande des différences entre les pressions normales sur diverses facettes soit égale, par unité superficielle, au double* 2K *du coefficient de résistance plastique.*

» Il faut joindre, bien entendu, à l'équation exprimant ce théorème fondamental, les trois équations connues qui doivent exister en chaque point entre les six composantes des pressions sur trois faces, ou entre leurs dérivées premières, pour assurer l'équilibre dynamique de translation d'un élément quelconque du corps; équations dont on peut généralement remplacer par zéro les seconds membres où se trouvent la pesanteur, ainsi que les inerties, car celles-ci sont négligeables comme celles-là, vu que les vitesses de déformation sont toujours supposées extrêmement petites.

» 2. *Parallélépipède rectangle.* — Soit d'abord un parallélépipède rectangle ductile, dont les faces, perpendiculaires respectivement aux coordonnées $x$, $y$, $z$, supportent par unité superficielle des pressions extérieures normales

$$N_x,\ N_y,\ N_z.$$

Pour l'équilibre des éléments, il faudra que les mêmes pressions s'exercent aussi à l'intérieur et aussi normalement à travers toutes les facettes parallèles aux faces extérieures.

$$N_x,\ N_y,\ N_z$$

seront donc partout les trois pressions principales; et si $N_x$ est la plus grande des trois, $N_z$ la plus petite, la condition pour que le solide soit arrivé et continue à se trouver à l'état plastique est

$$N_x - N_z = 2K. \tag{1}$$

» Cette condition sera remplie si l'on a

$$N_x = K, \quad N_y = N_z = -K, \tag{2}$$

ou bien

$$N_x = -K, \quad N_y = N_z = K,$$

c'est-à-dire si, sur une face, on a une pression proprement dite K et, sur les deux autres, des tractions K, et réciproquement.

» C'est dans ce sens qu'il faut entendre, avec M. Tresca, que la résistance, soit à l'allongement, soit à l'accourcissement du solide plastique, est constante, et égale à sa résistance au cisaillement.

» 3. *Prisme ou cylindre plein à base quelconque.* — Si, pour le parallélépipède, on a $N_y = N_z$ sans être $= K$, ou si, plus généralement, sur les faces

latérales d'un prisme ou cylindre quelconque, on a des pressions transversales normales et toutes égales $N_t$, avec des pressions plus intenses $N_x$ sur les bases par unité superficielle, comme, sur toutes les facettes parallèles aux arêtes, la pression sera également $N_t$, la condition de déformation plastique sera

$$N_x = 2K + N_t. \tag{3}$$

» On voit que la résistance plastique d'un cylindre à l'écrasement, ou la force à appliquer sur l'unité de ses bases pour l'écraser est 2K, si l'on a $N_t = 0$, ou si ses faces sont libres, et pourvu qu'en même temps la force $N_x$ reste normale aux bases et également répartie sur leur surface; ce qui cesse d'avoir lieu exactement quand le cylindre, en s'aplatissant, ne renfle que vers le milieu parce que le frottement sur ses bases empêche celles-ci de s'étendre.

» Si les pressions latérales $N_t$ ont plus d'intensité que les pressions $N_x$, on doit avoir, au contraire,

$$N_t = 2K + N_x; \tag{4}$$

en sorte que si $N_x = 0$, ou si les bases sont libres, ce sont les pressions latérales qui doivent être égales au double 2K du coefficient de plasticité pour que la déformation plastique ait lieu. On voit aussi que toute augmentation de la pression latérale $N_t$ dans le cas de l'équation (3) exige que $N_x$ augmente d'autant et que, dans le cas de l'équation (4), toute augmentation de $N_x$ entraîne une augmentation égale de $N_t$, pour que le mouvement plastique s'opère. C'est de cette manière que la pression dans les solides plastiques se transmet en tous sens comme dans les fluides, ainsi que le dit encore M. Tresca, qui arrive autrement que nous ne venons de le faire à ces résultats simples : car il calcule d'abord le travail total qui résulterait de pressions $\pm K$ (ou de pressions et de tractions K), en ayant égard aux rapports qu'établit, entre les petits espaces parcourus suivant leurs directions, la condition de conservation du volume; puis il ajoute le travail de la force donnée $N_t$, cas (3), ou $N_x$, cas (4), qu'on suppose agir sur certaines faces; et, finalement, pour avoir la force cherchée $N_x$ ou $N_t$, mêmes deux cas, à exercer sur une autre face pour opérer ou continuer le mouvement plastique, il divise le travail total par l'espace que cette face a parcouru. On peut voir en effet de suite, en se bornant à deux faces rectangulaires mobiles normalement (les quatre autres étant supposées fixes), qu'une force K sur l'une et — K sur l'autre par unité de surface donne le même travail,

le volume ne variant pas, qu'une force 2K sur la première et zéro sur la seconde.

» Et, plus généralement, il est évident qu'on ne change pas le travail total des forces agissant sur un corps dont les déformations ne changent point le volume, quand on les augmente ou diminue toutes d'une même quantité.

» 4. *Cylindre creux ou évidé assujetti à rester de hauteur constante.* — Supposons, avec le même auteur, qu'un cylindre creux ou annulaire de matière ductile homogène, d'un rayon extérieur R et d'un rayon intérieur $R_1$, soit contenu entre deux plaques planes qui l'empêchent de s'allonger, sans opposer aucune résistance à son extension ou à sa contraction latérale, et que la face extérieure soit libre, ou plus généralement soumise par unité superficielle à une pression constante $p$; on demande quelle autre pression $p_1$, aussi par unité, il faudra exercer sur sa face intérieure ou d'évidement, pour l'étendre latéralement, en surmontant partout ses résistances plastiques dont le coefficient est K, et quelles pressions se trouveront en jeu dans ses diverses parties.

» Ce problème ne peut être résolu qu'en faisant entrer dans le calcul, au moins pour leurs rapports mutuels, les vitesses prises par les diverses parties du bloc. Ces vitesses sont régies, dans la mécanique des corps ductiles, par la double condition : 1° que le volume des éléments ne change pas; 2° que sur chaque face intérieure la direction suivant laquelle la pression tangentielle est nulle soit aussi celle suivant laquelle la *vitesse de glissement est nulle*, ce qui, d'après des formules de statique et de cinématique connues, entraîne l'égalité entre les rapports des composantes tangentielles de pression aux vitesses de glissement qui y répondent, et les demi-rapports des différences deux à deux des composantes normales aux différences des vitesses correspondantes d'extension.

» Appelons, en conséquence :

$r$ le rayon vecteur ou la distance d'un point quelconque à l'axe du bloc;

U la vitesse de ce point suivant le sens du prolongement de $r$;

$N_r$, $N_\omega$, $N_z$ les pressions que supportent normalement trois facettes ayant leur centre au même point, la première étant perpendiculaire au rayon, la seconde étant méridienne, et la troisième parallèle aux bases.

» On aura pour l'équilibre d'un élément annulaire, d'épaisseur $dr$, compris entre deux plans méridiens très-proches, et pour la conservation

de son volume,

(5) $$\frac{dN_r}{dr} + \frac{N_r - N_\omega}{r} = 0, \quad \frac{dU}{dr} + \frac{U}{r} = 0,$$

et, comme les vitesses d'extension, ou les allongements des éléments linéaires par unité de temps, dans le sens du rayon $r$, dans le sens de l'arc de son cercle parallèle aux bases, et dans le sens perpendiculaire aux bases, sont respectivement

$$\frac{dU}{dr}, \quad \frac{U}{r} \quad \text{et} \quad 0,$$

on aura

(6) $$\frac{N_r - N_z}{\frac{dU}{dr}} = \frac{N_r - N_\omega}{\frac{dU}{dr} - \frac{U}{r}}.$$

» Cette condition, en éliminant $\frac{dU}{dr}$ au moyen de la deuxième équation (5) exprimant la constance du volume, donne

(7) $$N_r - N_\omega = 2(N_r - N_z) = 2(N_z - N_\omega).$$

» Il en résulte que $N_r - N_\omega$ est la plus grande des trois différences mutuelles entre $N_r$, $N_\omega$, $N_z$, qui sont, en chaque point, les trois pressions dites *principales*, puisque, d'après la nature du mouvement supposé et la nullité, aussi supposée, de tout frottement de la part des deux plaques rigides qui maintiennent constante la hauteur du bloc, il n'y a, sur les trois faces où ces pressions s'exercent, ni glissement ni pression tangentielle.

» On a donc (n° 1)

(8) $$N_r - N_\omega = 2K.$$

» La première équation (5) devient ainsi

$$\frac{dN_r}{dr} = -\frac{2K}{r}.$$

Elle donne, en intégrant depuis $r = R_1$, $N_r = p_1$, en appelant log' les logarithmes népériens,

(9) $$N_r = p_1 - 2K \log' \frac{r}{R_1}.$$

» On en déduit pour les deux autres pressions, au moyen des égalités (7), revenant, au moyen de (8), à $N_r - N_z = N_z - N_\omega = K$, l'expression

(10) $$N_z = p_1 - 2K \log' \frac{r}{R_1},$$

prouvant que la pression exercée par les plaques sur les bases du bloc ne sera pas uniforme, mais décroîtra de l'intérieur (ou de l'évidement) vers l'extérieur; et

$$(11)\qquad N_\omega = p_1 - 2K - 2K \log' \frac{r}{R},$$

montrant que la pression sur les faces méridiennes sera aussi décroissante à partir de la face intérieure, et se changera même le plus souvent en *traction* avant d'avoir atteint la face cylindrique extérieure.

» Enfin, si nous faisons $r = R$, $N_r = p$, dans l'équation (9), nous obtenons la valeur suivante, que nous cherchions, de la pression à appliquer intérieurement au cylindre annulaire pour vaincre son élasticité et déterminer son extension plastique

$$(12)\qquad p_1 = p + 2K \log' \frac{R}{R_1}.$$

» Si la pression appliquée $p_1$ a une valeur moindre que celle-là, les fibres annulaires avoisinant la face intérieure pourront très-bien acquérir des extensions excédant ce qui surmonte l'élasticité et même la cohésion de fibres rectilignes isolées; mais, comme les fibres avoisinant la face extérieure resteront élastiques, il n'y aura, comme dans une expérience connue de MM. Easton et Amos, ni rupture, ni déformation quelque peu sensible (*).

» 5. *Autre manière d'arriver à la formule* (12) *relative au cylindre creux de hauteur invariable.* — M. Tresca, qui m'a indiqué tout récemment le moyen dont il vient d'être fait usage pour obtenir rigoureusement cette formule logarithmique, avait trouvé cette même formule d'une manière différente, et analogue à ce qu'on a dit pour les expressions (3) et (4), en 1869, c'est-à-dire lorsque le principe du n° 1 et les équations du mouvement intérieur des corps plastiques n'étaient pas encore connus, puisque leur établissement m'a été suggéré précisément par l'étude de son Mémoire de cette année-là sur le poinçonnage.

» Pour cela, sans s'occuper d'abord de ce que peuvent être les forces extérieures et leurs influences, il calculait en général le travail de déformation plastique dû aux seules forces intérieures ou moléculaires, en le supposant égal à ce que produiraient, dans les trois directions rectangulaires de pressions principales, des forces K et — K, appliquées sur l'unité superficielle des faces des éléments solides qui sont normales à ces directions.

(*) *The Britannia and Conway Tubular Bridges*, by Edwyn Clarke, 1850. Note de la page 311.

Comme les volumes de ces éléments ne changent pas, ce travail est le même que si les forces avaient pour grandeurs K et — K, augmentées ou diminuées d'une même force quelconque, ce qui donne toutes les grandeurs que les forces réelles sont susceptibles d'avoir, y compris la grandeur zéro qu'elles ont ordinairement aux limites des blocs. Prenant ensuite pour faces principales les faces méridiennes et les faces perpendiculaires aux rayons, et en ajoutant, au travail intérieur ainsi évalué, le travail de celle des forces extérieures, $p$, qui est supposée donnée et connue, puis en divisant le travail total par l'espace parcouru suivant la direction de l'autre force, $p_1$, qui est inconnue et cherchée, il obtenait la grandeur de celle-ci ou la formule (12).

» La supposition relative au travail de déformation, dont nous parlons, était sans doute hardie et du genre de celles qu'une certaine intuition, difficile à motiver, suggère assez ordinairement aux auteurs qui ouvrent des voies nouvelles. Mais on voit, dans le cas que nous venons d'examiner, où les pressions s'exerçant dans un sens parallèle aux arêtes ne produisent aucun travail, qu'elle ne peut donner qu'un résultat juste, car elle s'accorde avec le principe du n° 1, qui assigne 2K pour grandeur à la différence des deux autres pressions principales.

» On peut voir du reste, et il n'est que juste de le dire ici, que l'auteur du Mémoire cité n'a point commis ces erreurs que quelques personnes ont cru y apercevoir. Il n'a pas fait la pression « égale en tous sens » ni même en trois sens rectangulaires principaux, ce qui eût entraîné l'absence de toute résistance au glissement ou de toute solidité, car il ne les a jamais faites égales qu'au signe près, pour une au moins des trois, ce qui conserve l'état solide. Il n'a pas non plus introduit de tractions « dans tout un ordre » de faits ne comportant que des pressions », car on vient de voir, et au reste il est clair, que, lors de l'extension latérale d'un cylindre creux par une pression appliquée à l'intérieur ou dans son évidement, ses éléments annulaires peuvent éprouver des tractions. Enfin, on peut voir que M. Tresca a égard exactement aux conditions qui sont à remplir aux limites des solides plastiques considérés par lui, car (comme on vient de le dire) il donne, en fin de compte et constamment, la valeur zéro aux pressions sur les surfaces libres; ce qui n'empêche pas, aux mêmes limites, les pressions sur des faces ou normales ou obliques à celles-ci d'être aussi considérables qu'on veut (*). »

---

(*) La seule de ses formules qui soit contestable, ainsi qu'il m'a dit le reconnaître volontiers, est celle (qu'il n'a, du reste, donnée que comme approximation) du cas d'un anneau ou

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite); *par* MM. P.-A. FAVRE et C.-A. VALSON.

ALUNS (première Partie).

« Les aluns composent un groupe de sels qui offrent entre eux les plus grandes analogies. Ils sont, en effet, représentés par des formules chimiques

---

cylindre creux dont la surface courbe extérieure est contenue par une enveloppe inextensible, ou dont le rayon intérieur R est assujetti à rester constant, et sur la surface intérieure de laquelle, de rayon $R_1$, se trouve appliquée, par unité superficielle, une force $p_1$ tendant à produire une diminution de l'épaisseur $R - R_1$, accompagnée d'une augmentation de la hauteur $h$ du bloc. Cette formule, destinée à donner la grandeur que doit avoir $p_1$ pour être capable de cet effet plastique, est, en appelant $p_2$ une pression supposée appliquée sur chaque unité superficielle de la base supérieure, et par conséquent aussi de la base inférieure ou d'appui fixe,

$$(13) \qquad p_1 - p_2 = K + 2K \frac{R^2}{R^2 - R_1^2} \log' \frac{R}{R_1}.$$

M. Tresca a construit cette formule (13) en évaluant le travail intérieur ou de déformation par les mêmes hypothèses et le même mode de calcul qui lui ont donné des résultats exacts dans les trois cas examinés ci-dessus, c'est-à-dire qu'il a calculé le travail de déformation d'un élément de volume compris entre deux plans méridiens très-proches, deux petites portions de surfaces cylindriques distantes de $dr$, et deux plans parallèles aux bases, en supposant : 1° que ce travail est le même que si des pressions $\pm K$ étaient appliquées sur ses six faces; 2° que la base supérieure et toutes les sections planes qui lui sont parallèles restent planes et perpendiculaires à l'axe du bloc, et que les lignes parallèles à cet axe conservent leur parallélisme. Or cette seconde hypothèse ne peut être présentée que comme une approximation, et la première est affectée tout au moins d'incertitude; car si, d'une part, elle donne bien 2K, comme cela doit être (n° 1), pour la plus grande des trois différences deux à deux des trois pressions principales, elle donne zéro pour la plus petite, ce qui ne peut être vrai qu'exceptionnellement.

Une solution exacte, et sans hypothèse, de cette question pour laquelle M. Tresca a hasardé celles qu'on vient de dire, serait impossible, même aujourd'hui, vu la forme des équations aux dérivées partielles, trouvées depuis 1869, qu'il faudrait savoir intégrer. Mais si, en cessant de faire la première hypothèse, on conserve la seconde, comme présumée donner des résultats approchés, on a, pour la conservation des volumes, avec les notations du n° 4, en appelant, de plus, W la vitesse dans le sens parallèle à l'axe,

$$(14) \qquad \frac{dU}{dr} = -\frac{U}{r}\frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2}, \quad \frac{dW}{dz} = -\frac{dU}{dr} - \frac{U}{r} = \frac{2r^2}{R^2 - r^2}\frac{U}{r};$$

d'où

$$(15) \qquad \frac{N_r - N_z}{3r^2 + R^2} = \frac{N_r - N_\omega}{2R^2} = \frac{N_\omega - N_z}{3r^2 - R^2}.$$

Cela prouve que $N_\omega - N_z$ est la plus petite des trois différences entre les pressions princi-

appartenant au même type, et, au point de vue de la forme cristalline, ils présentent une ressemblance qui ne laisse rien à désirer. Ce sont des édifices

---

pales, et que la plus grande, celle qui doit (n° 1) être égale à 2K, sera tantôt la seconde, tantôt la première des deux autres, en sorte qu'on aura [n° 4, première équation (5)],

$$(16)\qquad N_r - N_\omega = 2K,\quad \frac{dN_r}{dr} + \frac{2K}{r} = 0 \text{ pour des valeurs de } r \text{ telles que } 3r^2 < R^2,$$

$$(17)\qquad N_r - N_z = 2K,\quad \frac{dN_r}{dr} + \frac{4KR^2}{r(3r^2+R^2)} = 0 \qquad \text{»} \qquad 3r^2 > R^2.$$

L'intégration donne, dans le cas de (16),

$$(18)\qquad N_r = p_1 + 2K\log'\frac{R_1}{r},\quad N_z = p_1 - K - \frac{3Kr^2}{R^2} + K\log'\frac{R_1^2}{r^2},$$

valeur qui pour $r^2 = \frac{R^2}{3}$ est

$$(19)\qquad N_z = p_1 - 2K + K\log'\frac{3R_1^2}{R^2};$$

d'où, pour la pression $P' = \pi\int N_z d(r^2)$ sur la surface supérieure, depuis $r^2 = R_1^2$ jusqu'à $r^2 = \frac{R^2}{3}$,

$$(20)\qquad P' = \frac{\pi R^2}{3}\left[p_1\left(1 - \frac{3R_1^2}{R^2}\right) - \frac{K}{2}\left(1 - \frac{9R_1^4}{R^4}\right) + K\log'\frac{3R_1^2}{R^2}\right].$$

Et dans le cas (17), C et C' étant des constantes et P'' étant la pression sur une portion annulaire finie de la surface de base

$$(21)\qquad N_1 = 2K\log\left(3 + \frac{R^2}{r^2}\right) + C,\quad N_z = 2K\log\left(3 + \frac{R^2}{r^2}\right) + C - 2K,$$

$$(22)\qquad P'' = \pi\int N_z d(r^2) = \pi r^2(C - 2K) + 2Kr^2\log\left(3 + \frac{R^2}{r^2}\right) + \frac{R^2}{3}\log(3r^2 + R^2) + C'.$$

La constante C étant déterminée de manière à avoir $N_z = p_1$ quand $3R_1^2 > R^2$, et $N_z =$ la valeur (19) quand $3R_1^2 < R^2$, et la constante C' l'étant de manière à avoir $P'' = 0$ pour $r^2 = R_1^2$ ou $r^2 = \frac{R^2}{3}$ dans les deux mêmes cas, on aura, en ajoutant P'' avec P', quand $3R_1^2 < R^2$, et en prenant P'' seul, quand $3R_1^2 > R^2$, la pression totale sur la base de l'anneau. En divisant par la superficie $\pi(R^2 - R_1^2)$, on obtiendra la pression par unité de cette base, que nous avons appelée $p_2$, et, par suite, une relation entre $p_1 - p_2$, K, R et $R_1$, destinée à remplacer celle (13) de 1869. Cette relation nouvelle ne sera toujours, comme on voit, qu'approximative, bien que basée sur les équations différentielles de 1870.

Cette distinction des deux cas, $3R_1^2 <$ ou $> R^2$, a été aperçue aussi, depuis quelques jours, par M. Tresca.

en tout semblables, dans lesquels deux assises peuvent être changées et remplacées par d'autres, mais sans que les qualités nouvelles modifient en rien le plan architectural de l'édifice (1). L'étude des aluns paraît donc plus particulièrement propre à éclairer la question qui nous occupe.

» Pour faire cette étude d'une manière complète, nous passerons successivement en revue les divers éléments dont se compose le phénomène de la dissociation cristalline. Le plus considérable et le plus apparent est l'élément thermique, qui donne la mesure du travail effectué, intérieur ou extérieur. Le calorimètre, sans doute, ne fera connaître qu'un résultat complexe, et il ne sera pas toujours facile de démêler, dans le résultat total, la part qui revient à chacun des travaux élémentaires.

» L'espace est un second élément qui joue un rôle important dans les phénomènes de dissolution, et qui semble intimement lié à l'élément thermique. Ainsi que nous l'avons remarqué dans notre précédent Mémoire sur la dissolution cristalline, toutes les fois qu'un sel se dissout, il se produit une contraction du volume total : les sels qui dégagent le plus de chaleur subissent en même temps la plus forte contraction ; et, si le sel est susceptible de cristalliser en retenant un certain nombre d'équivalents d'eau, la majeure partie de la contraction a lieu dans la formation même du cristal. Il peut donc arriver qu'une grande partie de la chaleur dégagée provienne précisément du travail de contraction. Cette supposition s'accorde, en effet, très-bien avec ce qu'on sait sur l'énergie du travail nécessaire pour opérer sur un liquide une compression même très-faible.

» Lorsqu'un sel se dissout, il se produit deux phénomènes inverses. Il y a d'abord une dissociation des molécules salines qui servent d'assises dans l'édifice géométrique constitué par le sel solide. Il y a de la part du sel sur le dissolvant une action en sens contraire, à laquelle nous donnerons le nom d'*action coercitive*. La contraction du volume total, le retard du point d'ébullition, la moindre tension des vapeurs émises par la dissolution à une basse température, sont autant de faits qui semblent mettre cette action hors de doute.

---

(1) Il y a lieu de se demander si, en passant d'un alun à un autre, l'étendue reste la même, ou, en d'autres termes, si les cristaux d'alun constituent des édifices égaux ou seulement de forme semblable. C'est ce que nous nous proposons de vérifier, en prenant avec le plus grand soin les densités des divers aluns, qui, dans l'hypothèse de l'égalité de volume, devront être proportionnelles aux poids de leurs équivalents chimiques.

» Aujourd'hui nous nous bornerons à exposer les résultats de nos premières recherches, et à signaler les questions incidentes qu'elles ont soulevées et dont nous poursuivrons la solution.

*Recherches thermiques.*

» I. — Nous avons opéré sur six aluns en faisant varier les conditions des expériences. Voici d'abord la moyenne des résultats fournis par la dissolution de 1 équivalent des aluns mis en présence d'une très-grande quantité d'eau (1000 équivalents environ) :

**Tableau I.**

| ALUNS. | ÉQUIVALENTS. | CALORIES de 8 à 11 degrés. | CALORIES de 19 à 21 degrés. |
|---|---|---|---|
| Alumino-potassique........ | 474,5 | — 9803 | — 9883 |
| Alumino-ammonique....... | 453,5 | — 9580 | — 9631 |
| Chromo-potassique......... | 500,5 | — 9651 | — 9499 |
| Chromo-ammonique........ | 479,5 | — 9628 | — 9889 |
| Ferrico-potassique.......... | 503,0 | —16016 | » |
| Ferrico-ammonique........ | 482,0 | —16571 | —18060 |

» Comme on peut le voir, l'action de l'eau sur les quatre premiers aluns est assez sensiblement la même aux deux températures auxquelles nous avons opéré. Il n'en est plus de même pour les deux derniers, sur lesquels l'eau exerce son action dissociante avec une énergie plus grande, et sensiblement la même pour l'un et l'autre pris à la même température. L'alun ferrico-ammonique, le seul que nous possédions lorsque nous avons opéré à la température de 20 degrés environ (sa préparation étant plus facile que la préparation de l'alun ferrico-potassique), semble se dissocier davantage sous l'influence de l'eau prise à une température plus élevée de 10 degrés environ.

» II. — Nous avons ensuite voulu nous assurer de l'influence que pouvaient exercer sur les aluns des quantités d'eau variables. Pour cela, nous avons traité les aluns, pris en grand excès, par un poids déterminé d'eau qui se saturait complétement à la température de 20 degrés environ. Voici la moyenne des résultats fournis par les expériences :

**Tableau II.**

| ALUNS. | ÉQUIVALENTS. | CALORIES. | TEMPS des opérations. | QUANTITÉ D'ALUN contenue dans 100 gr. d'eau. |
|---|---|---|---|---|
| | | | o | gr |
| Alumino-potassique..... | 474,5 | — 9627 | 19,5 | 11,115 |
| Alumino-ammonique.... | 453,5 | — 9692 | 20,1 | 11,255 |
| Chromo-potassique...... | 500,5 | — 9706 | 20,2 | 20,910 |
| Ferrico-ammonique...... | 482,0 | —18570 | 20,1 | 80,320 |

» On voit que les quantités de chaleur mises en jeu sont sensiblement les mêmes que dans le tableau précédent.

» III. — Dans une troisième série d'expériences faites à la température de 20 degrés environ, les aluns ont été préalablement desséchés à 85 degrés environ. A cette température, à laquelle ils ont été soumis pendant un temps assez long, le départ de l'eau qu'ils pouvaient perdre ne s'est pas fait avec la même rapidité. L'alun ferrico-ammonique est le seul qui soit entré en fusion bien au-dessous de 85 degrés, et qui, après avoir perdu 42,72 pour 100 d'eau, ou 23 équivalents, se dissout avec une trop grande lenteur et trop incomplétement pour être soumis à l'expérience thermique. Les autres aluns, chauffés à des températures plus élevées, perdent encore de l'eau et finissent aussi par devenir très-lentement solubles à froid et même insolubles.

» Pour avoir la chaleur totale d'hydratation des autres aluns qui renferment encore au moins 10 équivalents d'eau, il faut au nombre (A) du tableau ci-dessous, trouvé pour chacun d'eux pendant leur dissolution, ajouter le nombre qui exprime la chaleur mise en jeu lorsqu'ils se dissolvent avec leurs 24 équivalents d'eau (Tableau 1), après avoir changé le signe.

**Tableau III.**

| ALUNS DESSÉCHÉS à 85 degrés. | QUANTITÉ d'eau restante exprimée en équivalents. | ÉQUIVALENTS. | CHALEUR mise en jeu pendant les opérations. (A) | CHALEUR augmentée de la chaleur de dissolution des aluns à 24 HO prise avec un signe contraire. |
|---|---|---|---|---|
| Alumino-potassique..... | 10,00 | 348,50 | 12416cal | 22047cal |
| Alumino-ammonique.... | 10,83 | 335,00 | 12093 | 21724 |
| Chromo-potassique...... | 11,67 | 389,50 | 3825 | |
| Chromo-ammonique..... | 10,75 | 360,25 | 4851 | |

» Pour les deux premiers aluns, les nombres sont encore assez concordants, et si le nombre qui correspond au premier est plus élevé, il faut remarquer que cet alun avait perdu plus d'eau que le second. Quant aux deux derniers aluns, pour lesquels nous ferons aussi les mêmes remarques, il suffira d'étudier, comme nous le ferons tout à l'heure, l'action de la chaleur sur les aluns de chrome violets pour comprendre qu'il nous faut encore attendre avant de nous prononcer sur la signification des nombres obtenus.

» Les résultats qui précèdent permettent déjà d'aborder la discussion de diverses questions. Ainsi, par exemple, le Tableau III apprend que les deux premiers aluns, lorsqu'ils ne renferment plus que 10 équivalents d'eau, dégagent, en se dissolvant, plus de 12000 calories. Quelle cause faut-il assigner à ce phénomène thermique? Une première explication consiste à dire que le sel, en se dissolvant, reprend un certain nombre d'équivalents d'eau, opération qui détermine, en effet, un dégagement de chaleur (1). Cependant cette explication n'est pas à l'abri de toute objection, et, en particulier, elle semble établir une anomalie avec les effets ordinaires des dissolutions qui sont des effets de dissociation, tandis que le fait de reprendre de l'eau par la dissolution constituerait, au contraire, un véritable effet d'association (2).

---

(1) En interprétant à ce point de vue les phénomènes thermiques qui accompagnent la dissociation des sels, on serait ainsi conduit à cette conséquence générale : que les sels plus ou moins complétement déshydratés par la chaleur peuvent reprendre, sinon la totalité, au moins une partie de l'eau qu'ils ont perdue. Bien plus, il faudrait admettre que la quantité d'eau associée à certains sels, tels que l'acétate de zinc et le chlorure de cuivre, par exemple, cristallisés au sein de l'eau, augmente encore lorsque ces sels entrent en dissolution et qu'elle devient de plus en plus forte à mesure que la quantité d'eau dans laquelle on les fait dissoudre est plus considérable. En effet, la quantité de chaleur que dégagent ces sels augmente avec la quantité d'eau, et ils n'en absorbent que lorsque la quantité d'eau mise en présence est très-faible, parce que, dans ce dernier cas, c'est le phénomène de dissociation cristalline qui prédomine (voyez *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 18 septembre 1871, Tableau II). Il résulte de là que ces sels, à mesure qu'ils se concentrent, donnent lieu à une absorption de chaleur à laquelle succède le phénomène thermique contraire au moment même de leur cristallisation.

(2) Les preuves de la dissociation par voie de dissolution sont nombreuses. Grâce à la méthode d'analyse chimique par voie thermique, l'un de nous a pu constater, par exemple, une fois de plus, que les sels doubles ne peuvent pas exister en dissolution dans l'eau. En effet, après avoir montré que, dans de l'eau contenant 1 équivalent de sulfate de cuivre, on peut dissoudre 1 équivalent d'un sulfate quelconque, susceptible de former avec lui un sul-

» Mais il est une autre partie du phénomène qui permet d'en donner une seconde explication indépendante de la première : ce sont les effets de contraction qui accompagnent généralement les dissolutions et qui entraînent un dégagement considérable de chaleur, à cause de la grande résistance de l'eau à la compression. On sait d'ailleurs que les sels qui dégagent le plus de chaleur sont ceux qui opèrent la contraction la plus énergique. Dans cette manière de voir, lorsqu'un alun se dissout, l'eau exercerait d'abord une action dissociante dont le résultat serait la destruction de l'édifice cristallin, l'eau de cristallisation s'incorporant au dissolvant; mais, de son côté, le sel exercerait sur la masse du dissolvant une action coercitive accusée par une contraction du volume total. La première action serait accompagnée d'une absorption de chaleur, la seconde correspondrait au contraire à un dégagement de chaleur, et le calorimètre mesurerait la différence de ces deux effets. En définitive, le sel et le dissolvant, pris séparément, peuvent être considérés, au point de vue mécanique, comme constituant deux systèmes moléculaires dont les conditions d'équilibre sont distinctes; après la dissolution, il se formerait un système unique dont le nouvel équilibre serait la résultante de l'action dissociante de l'eau, d'une part, et, d'autre part, l'action coercitive de la substance saline.

» Signalons encore une autre interprétation du phénomène thermique. En consultant le Tableau I, on voit que l'équivalent d'un alun quelconque cristallisé renferme 24 équivalents ou 216 grammes d'eau à l'état solide, qui, si elle n'était pas combinée, exigerait 17000 calories environ pour passer à l'état liquide. Or, la même quantité d'eau, et tous les autres éléments des aluns cristallisés, pris ensemble, ne semblent exiger, pour perdre l'état solide, par le fait de la dissolution, que 9500 calories environ, dans le cas des aluns d'aluminium ou de chrome; 16500 calories environ, dans le cas des aluns de fer, dissous à la température de 8 à 11 degrés; et enfin 18000 calories environ, lorsque ces mêmes aluns de fer sont dissous à la température de 20 degrés.

---

fate double, sans que la chaleur mise en jeu pendant sa dissolution diffère de celle qui aurait été mise en jeu dans l'eau pure, et que, par conséquent, le sulfate double ne prenait pas naissance, il a montré également que les sulfates doubles, formés par voie de cristallisation, sont détruits par l'eau dans laquelle on les a fait dissoudre (*Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 18 septembre 1871, Tableau VI). C'est également par l'emploi de cette méthode que nous avons constaté la destruction, par l'eau, des aluns et la dissociation, également par l'eau et assez avancée, des éléments constituants du sulfate de sesquioxyde de fer que deux de ces aluns renferment.

» Ainsi donc, en ne nous préoccupant aujourd'hui que des premiers aluns (nous réservant de revenir plus tard sur les aluns de fer), on serait conduit à se demander s'il ne conviendrait pas d'admettre que la chaleur latente de l'eau est considérablement diminuée lorsque ce corps est associé aux éléments salins des aluns cristallisés.

» Les résultats relatifs aux deux aluns de chrome conduisent à diverses conséquences remarquables. Lorsqu'on soumet à une ébullition suffisamment prolongée les aluns de chrome violets dissous dans l'eau, ils deviennent verts et incristallisables, et les solutions de ces sels, ainsi modifiés, ne laissent plus précipiter qu'une partie de l'acide sulfurique qu'elles renferment, lorsqu'on les traite à froid par le chlorure de baryum (1). La constitution de ces sels, ainsi modifiés par la chaleur, est difficile à établir par la méthode ordinaire de précipitation par le chlorure de baryum employé en excès. En effet, lorsqu'on veut connaître la quantité d'acide sulfurique précipité à froid, il n'est pas possible, comme dans le cas d'une dissolution de sulfate de chrome violet, traitée de la même manière, d'obtenir par la filtration une liqueur limpide, car, alors même que la liqueur pourrait laisser sur le filtre tout le sulfate de baryte qu'elle renferme, cette liqueur se troublerait immédiatement, parce qu'elle laisserait précipiter peu à peu, et d'une manière continue, à l'état de sulfate de baryte, la totalité de l'acide sulfurique qu'elle renferme encore en dissolution, et avec une lenteur d'autant plus grande que la température serait moins élevée (2).

» En modifiant la méthode que nous venons de rappeler, nous avons introduit dans la liqueur, qui renferme un poids connu d'alun violet modifié par l'ébullition, non plus un excès de chlorure de baryum, mais, successivement et par quart, le chlorure de baryum qui pourrait opérer la précipitation complète de l'acide sulfurique, si cela était possible à froid. Nous avons pu, de cette manière, établir assez nettement la composition du sulfate vert de chrome qui prend ainsi naissance. En effet,

---

(1) Nous devons rappeler ici les beaux travaux de M. E. Peligot sur l'uranium, sur l'antimoine et sur le chrome, dans lesquels il a signalé, pour la première fois, le rôle aussi singulier qu'inattendu que peuvent jouer l'oxygène et le chlore dans certains composés métalliques. Nous devons aussi rappeler les intéressantes recherches de M. Lœwel sur la modification que la chaleur fait subir au sulfate violet de chrome, et dans lesquelles il signale pour l'acide sulfurique le même rôle exceptionnel que M. E. Peligot avait déjà constaté pour l'oxygène et pour le chlore.

(2) Il y a bien d'autres réactions qui se produisent avec une lenteur plus ou moins grande. Parmi ces réactions, on peut citer celles qui donnent naissance aux sels doubles qui

en opérant dans ces conditions, nous avons pu constater que les deux premiers quarts de chlorure de baryum ont été immédiatement et complétement précipités et que, dans la liqueur qui s'éclaircit assez rapidement, et que nous avons eu soin de décanter, le troisième quart de chlorure de baryum n'a déterminé qu'un léger nuage qui est allé en augmentant d'abord, puis, après un temps plus ou moins long, a fini par disparaître, lorsque tout le chlorure de baryum a été précipité. Il en a été de même pour le quatrième quart du chlorure de baryum employé.

» Le sulfate vert de chrome peut donc être formulé : $SO^4[Cr^2(SO^4)^2]$, en considérant le composé $Cr^2(SO^4)^2$ comme un radical métallique, le *sulfochromyle*, analogue à l'*uranyle*, $U^2O^2$, et à l'*antimonyle*, $Sb^2O^2$, de M. Peligot; et c'est l'acide sulfurique du sulfate de potassium ou d'ammonium, et l'acide sulfurique du sulfate de *sulfochromyle* qui ont été seuls précipités à froid par les deux premiers quarts de chlorure de baryum, avec production des chlorures solubles correspondants.

» IV. — Il nous a été facile de contrôler cette première analyse, faite par voie de précipitations successives, en faisant intervenir les phénomènes thermiques. Pour cela, nous avons opéré comme nous venons de le dire, mais en tenant compte, pour chacun des quarts de chlorure de baryum employés, de la chaleur recueillie par le calorimètre. C'est cette véritable *analyse par voie thermique* qui nous a donné les résultats dont les moyennes sont consignées dans le tableau suivant. Un équivalent de chaque alun, dissous dans l'eau, a été modifié par la chaleur, placé dans le calorimètre, et traité, dans trois opérations successives : 1° par un excès de chlorure de baryum; 2° par la première moitié, puis par la seconde moitié du chlorure de baryum, qui serait nécessaire pour opérer la précipitation complète des 4 équivalents d'acide sulfurique; 3° par la même quantité de chlorure de baryum introduit par quart dans les opérations qui se succèdent immédiatement.

---

se précipitent d'une dissolution où se trouvent leurs sels constituants; c'est le cas, par exemple, du sulfate double de cuivre et de potassium, et du sulfate double de cuivre et d'ammonium. Ces réactions, qui n'ont rien de brusque, peuvent être assimilées, à ce point de vue, aux réactions contraires de dissociation de ces sels, opérées sous l'influence de l'eau. En effet, ainsi que l'un de nous l'a constaté, lorsque dans de l'eau saturée de sulfate double de cuivre et d'ammonium et de sulfate d'ammonium, par exemple, on fait dissoudre du sulfate de cuivre cristallisé, ce sel se dissout d'abord avec absorption de chaleur accusée par le calorimètre, lequel s'échauffe ensuite lorsque le sel dissous s'associe au sulfate d'ammonium pour former le sulfate double qui se précipite.

Tableau IV.

| ALUNS de chrome. | CHLORURE de baryum en excès (A). | 1re MOITIÉ. | 2e MOITIÉ. | 1er QUART. | 2e QUART. | 3e QUART. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Potassique...... | 8251cal | 8142cal | 204cal | 4104cal | 4102cal | 146cal |
| Ammonique.... | 7641 | | | | | |

» Les nombres inscrits dans la colonne (A) ne sont pas très-éloignés l'un de l'autre; cependant ils sont loin de concorder entre eux. La différence provient sans doute de ce que les aluns n'ont pas été également modifiés par la chaleur.

» V.— Les résultats fournis par les expériences dans lesquelles nous avons fait réagir successivement $\frac{1}{4}$ de chlorure de baryum montrent que l'acide sulfurique précipitable est emprunté également à l'un et à l'autre sulfate, ainsi qu'on devait s'y attendre, puisque ces deux sels sont intimement mêlés. Mais, puisque, ainsi que nous le disons plus loin, le sulfate de potassium est précipité par le chlorure de baryum en dégageant 3300 calories environ, l'acide sulfurique du sulfate de sulfochromyle, si ce sel avait été seul, aurait dégagé 4900 calories environ, en se précipitant à l'état de sulfate de baryte, c'est-à-dire une quantité qui se rapproche beaucoup de celle qui est fournie par la précipitation du sulfate de baryte provenant de l'acide sulfurique libre. C'est ce qui ressort des données expérimentales suivantes.

Tableau V.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Le sulfate de potassium, précipité par le chlorure de baryum, donne | | | .................. | 3357cal |
| » d'ammonium | » | » | .................. | 3279 (1) |
| L'acide sulfurique | » | » | .................. | 5053 |

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission chargée d'inspecter

(1) Comme ce nombre différait très-notablement du nombre 2776 inscrit dans le tableau VI du Mémoire que l'un de nous a communiqué à l'Académie (séance du 18 septembre 1871), nous avons dû nous assurer de la valeur des nombres inscrits dans le même tableau,

annuellement l'Observatoire de Paris, conformément au décret du 5 mars 1872 (1).

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

| | | |
|---|---|---|
| M. Ch. Sainte-Claire Deville. . . . . | 41 | suffrages. |
| M. Chasles . . . . . . . . . . . . . . . | 15 | » |
| M. Élie de Beaumont. . . . . . . . . | 9 | » |
| M. Serret. . . . . . . . . . . . . . . . | 8 | » |

M. Chasles annonce à l'Académie que l'état de sa santé ne lui permettrait point de prendre part aux travaux de la Commission; il remercie ceux de ses confrères qui ont bien voulu lui donner leurs voix. En conséquence, les deux Membres de l'Académie définitivement désignés pour faire partie de la Commission sont **M. Ch. Sainte-Claire Deville** et **M. Élie de Beaumont**.

## MÉMOIRES LUS.

HYDRODYNAMIQUE. — *De l'influence des forces centrifuges sur l'écoulement permanent varié de l'eau dans les canaux prismatiques de grande largeur; par* **M. J. Boussinesq**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les auteurs qui ont étudié l'écoulement permanent varié de l'eau dans les canaux prismatiques découverts ont admis que la pression est régie par

---

et nous avons ainsi été conduits à reconnaître qu'ils étaient tous trop faibles de la même quantité. Cette erreur, qui ne modifie en rien les conclusions qu'on avait cru pouvoir tirer de leur interprétation, provient uniquement de ce que les résultats fournis par les expériences ont été calculés en partant d'un poids déterminé de chlorure de baryum considéré à l'état anhydre, tandis que ce sel cristallise avec 2 équivalents d'eau. Voici les nombres fournis par les nouvelles expériences et par conséquent rectifiés :

| | |
|---|---|
| Sulfate de potassium. . . . . . . . . . . . . . | $3357^{\text{cal}}$ |
| » d'ammonium. . . . . . . . . . . . . . | 3279 |
| » de cuivre. . . . . . . . . . . . . . | 3329 |
| » d'ammonium et cuivre. . . . . . . . . | 3377 |
| » de potassium et cuivre. . . . . . . . . | 3432 |
| » de sodium. . . . . . . . . . . . . . | 3370 |
| » de zinc. . . . . . . . . . . . . . | 3324 |
| » d'hydrogène. . . . . . . . . . . . . . | 5053 |

(1) Les Membres du Bureau des Longitudes faisant partie, de droit, de cette Commission, l'Académie n'a dû comprendre aucun d'eux dans ce vote.

la loi hydrostatique aux divers points d'une même section normale. Cette hypothèse peut être acceptée quand la petite inclinaison des filets fluides, par rapport à l'axe rectiligne du canal, n'éprouve de changements sensibles que sur une grande longueur, de manière que la courbure de ces filets et, par suite, les forces centrifuges développées par le mouvement, soient à peu près négligeables. Mais il n'en est plus ainsi aux points où l'inclinaison des filets change, sur une longueur finie, de quantités comparables à sa valeur propre; car les variations éprouvées, d'une section à l'autre, par la partie non hydrostatique de la pression, sont alors du même ordre de grandeur que celles de la partie hydrostatique. Aussi l'équation usuelle du mouvement permanent tombe-t-elle en défaut dans ces circonstances, et notamment quand il s'agit du ressaut occasionné, au bas d'un canal d'assez forte pente, par un barrage ou par toute autre cause capable de produire un gonflement.

» Il est donc utile de faire entrer en ligne de compte la courbure des filets et l'influence de cette courbure sur la pression. C'est le but que je me suis proposé dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» J'y développe d'abord les considérations résumées dans deux articles du *Compte rendu* (29 août 1870, 3-10 juillet 1871), où se trouve soumise au calcul, pour la première fois, la vraie cause des résistances passives développées au sein des eaux courantes, c'est-à-dire l'*agitation tourbillonnaire* qui règne en tous leurs points et qui enlève à la translation générale (pour la changer sans cesse en énergie interne ou en chaleur) une notable quantité de force vive, ainsi que l'ont observé MM. Poncelet, de Saint-Venant, Darcy, Bazin, etc. Dans les cas où les sections normales sont rectangulaires et de grande largeur, ou circulaires, ces considérations permettent de ramener le problème physique de l'écoulement à une question de calcul intégral qui, sans être des plus simples, peut être néanmoins résolue par approximations successives aux points où l'inclinaison relative des filets est une petite quantité. La première approximation donne les lois du régime uniforme telles qu'elles résultent des expériences de MM. Darcy et Bazin, tant pour la dépense que pour la répartition des vitesses sur toute l'étendue d'une section; la seconde conduit à l'équation du mouvement permanent varié, qui est le principal objet du Mémoire.

» Cette équation, spécifiée pour le cas d'un canal prismatique rectangulaire très-large, contient, de plus que la formule usuelle établie par Coriolis,

un terme proportionnel : 1° à la dérivée, prise le long de l'axe, de la courbure de la surface libre; 2° au carré de la dépense par unité de largeur du canal, et 3° à un coefficient constant pour une même espèce de parois. Elle est donc du troisième ordre, et son intégrale générale comporte trois constantes arbitraires, qui sont, par exemple, la profondeur sur la première section *amont* et sur la dernière section *aval* du canal, et l'inclinaison ou la courbure de la surface libre sur une section intermédiaire. Comme il y a souvent des points où cette courbure est insensible, c'est-à-dire peut être supposée donnée à fort peu près égale à zéro, il suffit alors, pour que le problème de l'état du canal soit déterminé, de connaître, outre la dépense, la profondeur aux deux extrémités. Ainsi se trouve justifiée théoriquement la nécessité de tenir compte à la fois des *circonstances d'amont* et des *circonstances d'aval*, nécessité reconnue depuis un certain temps dans le cas où il y a des ressauts, et dont M. Boudin, professeur à l'École du Génie civil de Gand, a développé diverses conséquences dans son remarquable ouvrage *De l'axe hydraulique des cours d'eau contenus dans un lit prismatique*. (*Annales des travaux publics de Belgique*, t. XX, 1863.)

» C'est seulement quand la courbure de la surface est partout négligeable que l'équation du mouvement permanent se réduit au premier ordre, et qu'il suffit de se donner la profondeur en un point pour la déterminer en tous les autres. Cette équation prend alors la forme de celle de Coriolis; mais elle s'en distingue toutefois, au point de vue théorique, par deux différences importantes. La première consiste en ce que le coefficient $\alpha$ de Coriolis, coefficient égal au quotient, par le cube de la vitesse moyenne sur une section, de la valeur moyenne du cube de la vitesse aux divers points de la même section, y est remplacé par un autre, dont l'excès sur l'unité est environ trois fois moindre, et qui représente le rapport au carré de la vitesse moyenne de la valeur moyenne du carré de la vitesse aux divers points de la section considérée : cette différence tient à ce que Coriolis, qui s'est servi du principe des forces vives au lieu de celui des quantités de mouvement bien plus commode, a évalué le travail des frottements intérieurs en supposant implicitement la répartition des vitesses pareille à ce qu'elle est quand le régime uniforme existe, hypothèse dont il n'est pas difficile de démontrer l'impossibilité. Mais une autre différence compense presque exactement celle-là dans la pratique : en effet, le coefficient, peu supérieur à l'unité, qui doit remplacer $\alpha$, est augmenté d'une quantité petite, mais sensible (0,07 ou 0,08 environ), par suite de ce que le frotte-

ment extérieur dépend directement de la vitesse à la paroi et non de la vitesse moyenne, et n'est plus la même fonction de celle-ci que dans le cas du mouvement uniforme.

» Le Mémoire se termine par l'étude des circonstances intéressantes que présentent l'établissement et la destruction du régime uniforme, circonstances que l'on observe, les premières immédiatement en amont, et les secondes immédiatement en aval des endroits où ce régime existe. A ce point de vue, les cours d'eau se rangent, suivant que leur pente est plus ou moins faible, en trois catégories, que l'on peut caractériser par les dénominations respectives de *rivières*, *torrents de pente modérée*, *torrents rapides*. Les deux pentes particulières, l'une un peu plus petite que l'autre, qui établissent la démarcation, la première entre les rivières et les torrents modérés, la seconde entre les torrents modérés et les torrents rapides, varient dans d'assez larges limites en sens inverse du degré de poli des parois et du rayon moyen de la section.

» Les cours d'eau de faible pente, ou *rivières*, sont caractérisés : 1° aux endroits où le régime uniforme se détruit, par cette circonstance que l'élévation ou l'abaissement de la surface s'y font sans aucune inflexion du profil longitudinal et assez graduellement pour que la courbure des filets fluides y soit négligeable (1); 2° aux endroits où le régime uniforme est sur le point de s'établir, par une série d'ondulations transversales de la surface, ondulations d'une longueur constante et peu considérable, d'autant plus petite que la pente du fond est plus faible, et d'une hauteur qui diminue de chaque ondulation à la suivante, lorsqu'on suit le cours de l'eau, avec d'autant plus de rapidité que la pente est plus grande.

» Dans les cours d'eau de forte pente, ou *torrents rapides*, le régime uniforme se détruit par une surélévation ou un abaissement presque brusques de la surface, sans inflexion du profil longitudinal, et il s'établit également sans inflexion, mais assez graduellement pour que la courbure des filets soit négligeable jusqu'à une distance assez notable en amont des endroits où le mouvement est uniforme.

» Enfin les *torrents de pente modérée* tiennent des rivières en ce que le régime uniforme ne s'y établit qu'avec une série d'ondulations de la surface, plus longues toutefois et de hauteurs plus rapidement décroissantes

---

(1) M. de Saint-Venant avait déjà, en 1852, appelé *rivières* les courants qui jouissent de cette dernière propriété, et *torrents* ceux dont la surface affecte au contraire, aux points où le régime uniforme se détruit, une courbure sensible.

de l'une à l'autre que dans les rivières, et ils tiennent des torrents rapides en ce que la courbure des filets fluides et l'influence des forces centrifuges n'y sont pas négligeables aux points où le régime uniforme se détruit. Quand, en ces points, la surface s'abaisse, elle ne présente aucune inflexion ; mais si, au contraire, elle se relève en ressaut, ce ressaut est allongé et coupé transversalement par un certain nombre d'ondulations, au lieu d'être court et à une seule inflexion vers le haut comme dans les torrents rapides. L'analyse indique en outre que les premières de ces ondulations ont très-sensiblement la forme des *ondes solitaires* observées par Scott Russell et par M. Bazin, et que j'ai étudiées dans un Mémoire publié récemment au *Journal de Mathématiques* (t. XVII, 1872).

» De nombreuses expériences de M. Bazin (1) confirment toute cette théorie des ressauts, et la distinction qu'il y a lieu d'établir entre les torrents de pente modérée et les torrents rapides. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les oiseaux fossiles, par* **M. Alph.-Milne Edwards.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, Robin.)

« Au moment où mes recherches sur les oiseaux fossiles touchent à leur fin, et avant que le dernier fascicule de mon ouvrage soit livré au public, je demanderai à l'Académie la permission de lui exposer en quelques mots les résultats auxquels j'ai été conduit par ces études, qui n'ont pas duré moins de douze années.

» Je crois avoir démontré, par l'examen des ossements que l'on trouve dans les terrains récents des îles Mascareignes et qui appartiennent pour la plupart à des espèces éteintes, telles que la Dronte, le Solitaire, l'Aphanapteryx, le Foulque de Newton, les grands Perroquets, etc., que ces îles devaient se rattacher à une vaste étendue de terres, et que ces terres, peu à peu et par un abaissement lent, ont été cachées sous les eaux du grand Océan, laissant paraître quelques-uns de leurs points culminants, tels que Maurice, Rodrigue et Bourbon. Ces îles ont servi de refuge aux derniers représentants de la population terrestre de ces époques anciennes; mais les espèces, confinées dans un espace trop limité et exposées à toutes les causes de des-

(1) Voir le dernier chapitre de la première partie des *Recherches hydrauliques commencées par Darcy et continuées par M. Bazin* (*Savants étrangers*, t. XIX).

truction, ont disparu peu à peu, et l'homme a pu en quelque sorte assister à leur anéantissement.

» Madagascar n'était évidemment pas en communication avec ces îles, car lorsque les Européens les visitèrent pour la première fois, ils n'y trouvèrent pas de mammifères; à l'exception de quelques grandes Chauves-Souris; aucun de ces Lémuriens si remarquables et spéciaux à la faune malgache, n'existait aux Mascareignes. L'étude des oiseaux fossiles conduit au même résultat, et les trois espèces d'Æpyornis que M. A. Grandidier et moi avons pu reconnaître parmi les fossiles recueillis dans les marécages de la côte sud-ouest nous ont permis d'établir les liens de parenté qui rattachent ces oiseaux aux *Dinornis*, aux *Palapteryx* et aux *Aptornis* de la Nouvelle-Zélande. Toutes ces espèces appartiennent au même type zoologique et font pressentir qu'à une époque plus ou moins reculée il a pu exister des communications entre ces terres si distantes l'une de l'autre; peut-être des groupes d'îles, aujourd'hui submergées, établissaient-ils des stations intermédiaires dont malheureusement nous ne pouvons plus trouver aucune trace.

» En France, dès les premiers âges de l'homme, nous remarquons soit dans les terrains meubles, soit dans les cavernes, des débris d'oiseaux qui nous fournissent de précieuses indications sur les conditions climatériques de cette époque. Quelques-unes de ces espèces ont aujourd'hui entièrement disparu; d'autres, en assez grand nombre, se sont peu à peu retirées vers le nord : ce sont des Tétras et la grande Chouette Harfang, qui alors étaient extrêmement communs dans nos contrées. Leur présence est des plus significatives, car si pour quelques naturalistes le Renne ne se trouve fossile en France que parce qu'il y avait été introduit par les populations finnoises, on ne peut invoquer la même explication pour des oiseaux qui n'ont jamais été domestiqués. Enfin, on trouve encore dans nos cavernes un grand nombre d'espèces identiques avec celles qui habitent aujourd'hui l'Europe tempérée, et entre autres le Coq, que l'on croyait originaire des Indes et qui au contraire aurait été le contemporain des premiers âges de l'homme.

» Ce sont surtout les terrains tertiaires moyens qui m'ont fourni une riche moisson; ainsi, dans le département de l'Allier, j'ai reconnu la présence d'environ 70 espèces se rapportant à des groupes très-variés, et dont quelques-uns n'appartiennent plus à notre Faune. Des Perroquets, des Couroucous, habitaient les bois; des Salanganes construisaient dans les anfractuosités des rochers des nids probablement semblables à ceux que l'on trouve aujourd'hui dans certaines parties de l'Asie et de l'archipel

Indien. Un Serpentaire assez rapproché de celui du Cap de Bonne-Espérance cherchait dans les plaines les Serpents et les Reptiles qui, à cette époque comme aujourd'hui, devaient former sa nourriture. De grands Marabouts, des Grues, des Flamants et les Palælodes, oiseaux à formes bizarres, participant à la fois des Flamants et des Échassiers ordinaires, des Ibis fréquentaient le bord des cours d'eau où abondaient les larves d'Insectes et les Mollusques. Des Pélicans nageaient au milieu des lacs, enfin des Gangas et de nombreux Gallinacés achevaient de donner à cette population ornithologique une physionomie dont il est impossible de ne pas être frappé, et qui rappelle les tableaux que Livingstone nous a tracés de certains lacs de l'Afrique australe.

» La liste que j'ai donnée des oiseaux dont j'ai pu constater l'existence dans la partie des lacs miocènes dont les alluvions ont formé les terrains de Saint-Gérand le Puy, de Vaumas, etc., indique les rapports dans lesquels vivaient les différents groupes de cette classe de vertébrés. Tandis que certains d'entre eux sont extrêmement communs, il en est d'autres qui ne se trouvent pour ainsi dire qu'accidentellement, et qui ne sont représentés dans ma collection que par un seul ou par quelques os. Les espèces que l'on rencontre le plus fréquemment sont aquatiques; ainsi les Canards ont laissé de nombreux débris; le Cormoran ne se trouve que sur certains points. Évidemment, à cette époque ainsi qu'aujourd'hui, ces Oiseaux affectionnaient certaines places, certains rochers, dont ils s'éloignaient peu. Le petit Plongeon (*Colymboïdes minutus*) est moins abondant que les Mouettes, dont deux espèces, le *Larus elegans* et le *Larus totanoïdes*, existent à profusion.

» Il en est de même pour quelques-uns des petits Échassiers de rivage appartenant aux genres *Totanus* et *Tringa*, tandis que les *Elorius* et les *Himantopus* sont représentés par de rares individus. J'ai trouvé de nombreux ossements de l'Ibis et surtout du *Palælodus ambiguus;* les quatre autres espèces de ce dernier genre sont moins communes. Ainsi, sur deux cents ossements de ces oiseaux, on en compte à peine un provenant du *P. Crassipes*, du *P. Minutus*, du *P. Gracilipes* ou du *P. Goliath.* Les pièces du squelette du Flamant se trouvent rarement entières à Saint-Gérand le Puy; au contraire, à Cournon et à Chaptuzat, elles sont bien conservées. Je n'ai jamais rencontré qu'une seule fois des os du Marabout; ils appartenaient à deux jeunes individus et étaient réunis dans une même excavation remplie de sable. Les Grues sont rares; leurs os sont presque toujours brisés et souvent attaqués par la dent des Rongeurs, comme s'ils avaient séjourné long-

temps sur le rivage avant d'être entraînés au fond du lac. Les Rales, les Gallinacés, les Colombes, les Gangas, les Passereaux, les Rapaces et les Perroquets n'ont laissé que peu de traces de leur existence. Ces oiseaux, à raison de leur genre de vie, ne se tenaient pas continuellement sur le bord des lacs ou des cours d'eau : leurs dépouilles pouvaient se trouver dévorées ou détruites sur place, et il fallait un concours exceptionnel de circonstances pour qu'elles fussent transportées par les eaux dans les alluvions des lacs; aussi j'ai exploré pendant plus de dix années ces gisements avant d'y avoir rencontré un seul os du Perroquet, du Ganga, du Secrétaire ou de plusieurs des Rapaces, et quelques-uns dont j'avais recueilli des débris il y a fort longtemps ne se sont pas présentés depuis.

» Tous les ossements d'oiseaux recueillis dans les couches miocènes de Weisseneau, dans le bassin de Mayence, et que j'ai pu examiner, présentent une similitude complète avec ceux du département de l'Allier.

» La population ornithologique du célèbre gisement de Sansan, dans le département du Gers, présente un autre caractère; aucun de ses représentants ne se retrouve dans les terrains lacustres du Bourbonnais et de l'Auvergne, et si la plupart des espèces appartiennent à des familles existant dans notre faune contemporaine, pas une n'est connue dans la nature actuelle, et plusieurs d'entre elles offrent des caractères suffisants pour constituer des genres nouveaux.

» J'y ai découvert un Perroquet à formes plus grêles que celui de l'Allier, et que je désigne sous le nom de *Psittacus Lartetianus*, pour attacher le nom de mon regretté maître et ami à l'une des espèces les plus intéressantes qui ait jamais été trouvée dans ce riche gisement. Des Gallinacés de grande taille, et sous ce rapport à peine inférieurs au Paon, de véritables Faisans, habitaient aussi le bord du petit lac où se sont accumulés les dépôts qui, aujourd'hui, forment la colline de Sansan; de très-nombreux Passereaux, rappelant les Bengalis et les Sénégalis, fréquentaient le bord des eaux; enfin le nombre des espèces n'était pas inférieur à 35, et certainement de nouvelles fouilles ne manqueront pas d'en faire connaître davantage.

» Les faluns marins de la Loire ne m'ont fourni que peu d'espèces d'oiseaux; j'ai pu cependant y reconnaître un Cormoran presque aussi grand que celui qui vit aujourd'hui sur nos côtes; une Oie un peu plus petite que la Bernache, un Héron et un Faisan.

» Les couches de gypse des environs de Paris renferment de nombreuses empreintes de squelettes d'oiseaux, et l'on remarque que les animaux de cette période s'éloignaient davantage des formes zoologiques qui existent

aujourd'hui. Aussi, malgré la répugnance que j'éprouve, surtout dans des études paléontologiques, à augmenter le nombre déjà trop grand des coupes génériques, j'ai été obligé de former pour beaucoup d'entre eux des genres nouveaux. Ainsi le *Cryptornis antiquus* était plus voisin des Calaos que d'aucun type connu; la *Laurillardia*, le *Palægithalus* appartiennent à l'ordre des Passereaux, mais se distinguent de tous ceux que nous connaissons dans la nature actuelle. Les *Palæortyx* sont des Gallinacés de la taille des Cailles, mais bien différents de ces oiseaux. Le *Gypsornis* est le géant de la famille des Rallides; il devait presque atteindre la taille de la Cigogne. L'*Agnopterus* se rapproche des Flamants, bien qu'il revête des caractères qui lui sont spéciaux.

« La singularité des formes de ces oiseaux éocènes nous fait doublement regretter de ne pas connaître ceux de la période crétacée. Il n'existe malheureusement qu'un très-petit nombre de dépôts d'eau douce datant de cette époque; il n'est donc pas étonnant qu'on n'y ait encore découvert que peu de traces des animaux terrestres qui vivaient pendant le dépôt de ces puissantes assises; peut-être y découvrira-t-on des formes zoologiques nouvelles, pouvant combler l'immense lacune qui existe entre l'*Archæopteryx* jurassique et les oiseaux typiques de l'époque tertiaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Animaux fossiles du Léberon (Vaucluse).* Note de **M. A. Gaudry.**

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats des fouilles paléontologiques que j'ai entreprises dans le mont Léberon, près de Cucuron (Vaucluse). Les publications de MM. de Christol, Gervais, Bayle et quelques recherches que j'ai commencées, il y a plusieurs années, permettaient de supposer que le mont Léberon renferme une faune presque semblable à celle de Pikermi. J'ai cru que des fouilles exécutées dans ce gisement compléteraient utilement celles que l'Académie a bien voulu autrefois me charger de faire dans l'Attique. Le Mémoire dont je présente ici un extrait a surtout pour but d'appeler l'attention sur la question des races fossiles.

Les pièces que j'ai recueillies sont au nombre d'environ 1200; je les ai données au Muséum d'Histoire naturelle. On trouve dans le Léberon : l'*Hyæna eximia*, les *Ictitherium hipparionum et Orbignyi*, le *Machærodus cultridens*, le *Dinotherium giganteum*, le *Rhinoceros Schleiermacheri*, un *Acerotherium?* le *Sus major*, l'*Helladotherium Duvernoyi*, le *Cervus Matheronis*, une multitude d'Hipparions, de Gazelles, d'Antilopes à cornes de chèvre,

désignées sous le titre de Tragocères, une Tortue terrestre de moyenne taille et une autre qui surpassait toutes les *Testudo* fossiles d'Europe.

» Sauf le Cerf et la grande Tortue, ces animaux du Léberon, ou bien paraissent semblables à ceux de l'Attique, ou bien en diffèrent si peu que je suis porté à les considérer comme descendant des mêmes parents.

» Ainsi l'Hipparion de la Provence nommé *prostylum* par M. Gervais a été en général plus petit que l'*Hipparion gracile* de Pikermi; bien qu'il ait ressemblé à la variété grêle de ce gisement, il paraît avoir eu, ainsi que la variété lourde, des métacarpiens un peu plus courts comparativement aux métatarsiens. Cependant je ne peux considérer l'*Hipparion prostylum* que comme une race du *gracile*, car si je mets à côté les uns des autres les 1900 os d'Hipparions rapportés de Pikermi et les 700 os d'Hipparions recueillis dans le Léberon, j'observe entre eux les passages les plus insensibles.

» Les Tragocères qui ont dominé à Pikermi sont appelés *amaltheus*, ceux qui ont dominé dans le Léberon sont distingués par M. Gervais sous le nom d'*arcuatus;* en effet, les seconds ont en général des cornes moins hautes, plus élargies et moins divergentes. Mais on voit entre l'*amaltheus* et l'*arcuatus* de tels passages, que l'un doit être simplement une race de l'autre; d'ailleurs des individus de ces deux races se rencontrent dans l'un et l'autre gisement.

» Le nom de *Gazella* (Antilope) *deperdita* a été proposé par M. Gervais pour un animal du Léberon, que de Christol avait inscrit sous le titre de mouton. J'ai recueilli des pièces de quatre-vingts individus de cette Gazelle; ses molaires sont un peu plus fortes proportionnellement que dans la *Gazella brevicornis* de Pikermi; les axes de ses cornes sont généralement plus aplatis; au lieu de diverger, ils restent quelque temps parallèles; quand ils étaient recouverts de leur étui corné, ils devaient avoir une tendance vers la forme en lyre. Ces différences sont si inégales et si peu importantes, les ressemblances sont d'ailleurs si frappantes que sans doute plus d'un naturaliste jugera que les Gazelles de Grèce et de France ne sont que des races d'une même espèce.

» Sur trois individus adultes de *Sus major* Gerv., dont j'ai trouvé les restes dans le Léberon, il y en avait un plus fort que le *Sus erymanthius* de Pikermi; les deux autres individus étaient de même taille. A en juger par les pièces de ma collection, le seul caractère par lequel l'espèce de Provence se distingue est l'absence de la grosse saillie qu'on remarque dans les maxillaires du *Sus erymanthius* au-dessus de la canine; sur tous les autres points, les ressemblances sont aussi complètes que possible; quand on con-

sidère la singulière complication des arrière-molaires des sangliers et qu'on retrouve sur les dents des animaux du Léberon les moindres linéaments de ceux de Pikermi, il est difficile de ne pas supposer une étroite parenté entre ces quadrupèdes.

» Le *Rhinoceros Schleiermacheri* de la Provence ressemble à celui d'Eppelsheim, mais il avait des formes moins lourdes que le *Rhinoceros Schleiermacheri* de Grèce et son ouverture nasale était différente; il n'était pas non plus semblable au *Rhinoceros Schleiermacheri* de Sansan, appelé *Rhinoceros sansaniensis*.

» Ainsi, lorsqu'on passe d'un gisement à un autre, on voit souvent les espèces fossiles offrir des nuances légères qui paraissent indiquer d'anciennes races issues d'une même souche.

» Après avoir étudié les animaux du Léberon, j'ai cherché à me rendre compte de leurs relations géographiques. A l'époque où ils vivaient, on voyait en Provence de nombreux troupeaux d'Hipparions et d'Antilopes. L'abondance de ces quadrupèdes grands-coureurs fait supposer un vaste espace émergé; en effet, leur ressemblance avec ceux de Pikermi, de Baltavar en Hongrie, et de Concud en Espagne, porte à penser que, vers la fin de l'époque miocène, il y avait des terres continues depuis la Grèce jusqu'en Espagne. Les analogies avec les animaux africains font croire que le midi de l'Europe avait alors d'étroites connexions avec l'Afrique. La faune du riche gisement d'Eppelsheim n'a pas également une physionomie africaine; cela semble résulter de son ancienneté un peu plus grande, et de la séparation que la mer avait établie entre le sud et le nord de l'Europe pendant une partie de l'époque miocène.

» Non-seulement les fossiles du Léberon ont de grands rapports avec ceux de Pikermi, mais encore leur gisement présente de singulières ressemblances avec ceux de l'Attique. Les ossements sont de même accumulés sur quelques points, et enchevêtrés les uns dans les autres. Le limon dans lequel ils sont engagés a le même aspect qu'à Pikermi, sauf qu'il est un peu moins rouge; c'est également un dépôt terrestre. Il atteint 100 mètres de puissance. La formation d'un limon fin d'une telle épaisseur a sans doute exigé un temps considérable; mais la réunion des ossements dans certains endroits a dû s'opérer assez promptement; car rien n'annonce que les animaux soient morts de vieillesse ou de maladie; ainsi que dans les autres gisements tertiaires, les carnassiers sont trop rares pour laisser supposer qu'ils ont suffi pour anéantir les herbivores. L'hypothèse des inondations est sans doute la plus vraisemblable pour expliquer une destruction rapide

de tant de quadrupèdes. L'endroit où j'étais campé, au pied du Léberon, était placé entre deux torrents, peu éloignés l'un de l'autre; une fois, à la suite d'un orage, leurs eaux resserrèrent beaucoup cette place. Si des animaux s'y étaient réfugiés alors, et que les eaux des deux torrents croissant toujours se fussent rejointes, ces animaux auraient été noyés, et de nombreux débris seraient rassemblés dans un petit espace. Peut-être des phénomènes analogues se sont-ils passés autrefois. »

M. Trémaux donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Répulsion universelle, par vibrations éthérées ou autres, modifiée par la moindre vitesse du corps plus dense, qui ne peut rendre directement au corps moins dense toute la force vive qu'il en reçoit. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L.-V. Turquan adresse un « Mémoire sur l'intégration en termes finis de l'équation $f\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0$, du premier ordre et de degré quelconque. »

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Hermite.)

M. L.-V. Turquan soumet au jugement de l'Académie la description d'un appareil destiné à indiquer la présence du grisou dans les mines.

« Cet appareil consiste en une sonnerie mise en jeu par un mouvement d'horlogerie dont le balancier est arrêté au moyen d'un obstacle qui a la forme du fléau d'une balance, et dont un des bras de levier, moins pesant que l'autre, se trouve engagé dans une cage de toile métallique, où il est retenu par une corde en fil de coton imprégné de salpêtre épuré et qui conserve toute sa résistance.

» Le grisou pénètre avec l'air extérieur dans cette cage, et quand il a atteint des proportions convenables, il s'enflamme au contact d'une lampe qui y brûle, et par là produit en quelques secondes la combustion du fil de coton. Dès lors, le balancier du mouvement d'horlogerie est rendu libre; la sonnerie se met à jouer, et les mineurs, avertis du danger, doivent se retirer. En même temps, on est averti de la nécessité d'activer l'aération de la mine et de l'assainir. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

**M. G. de Coninck** adresse un Mémoire concernant l'atmosphère du globe terrestre.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

**M. W. Boyd** adresse, par l'entremise du Ministère des Affaires étrangères, le projet d'un nouveau système d'aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité élémentaire de chimie organique, par M. *Berthelot;* »

2° Une « Étude sur les chemins de fer de montagnes avec rail à crémaillère, par M. *A. Mallet.* » (Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils.)

**M. le Secrétaire perpétuel** signale une brochure de *M. Van der Mensbrugghe* intitulée : « Note préliminaire sur un fait remarquable qu'on observe au contact de certains liquides de tensions superficielles très-différentes. »

L'auteur énonce le principe suivant : « Chaque fois qu'un liquide à forte tension superficielle et contenant des gaz en dissolution est mis en contact avec un liquide à faible tension, il y a un dégagement plus ou moins prononcé des gaz dissous dans le premier liquide. » Il ajoute ensuite :

« Ce principe, que je me propose de vérifier en détail dans un Mémoire spécial, peut se démontrer par un très-grand nombre d'expériences. Provisoirement, je n'en citerai que quelques-unes.

» I. Il suffit d'introduire une gouttelette d'alcool ou d'éther dans de l'eau distillée, remplissant à moitié un petit flacon de trois à quatre centimètres de diamètre, et d'agiter le liquide, pour constater une vive effervescence après l'agitation; cette expérience a été décrite depuis longtemps par M. Duprez (1), mais sans explication. Il est impossible d'attribuer l'effervescence observée à de l'air introduit par l'agitation, puisque l'alcool ou l'éther seul et l'eau seule ne donnent à cet égard aucun résultat marqué.

» L'expérience réussit de même avec la benzine, le sulfure de carbone, la créosote, l'essence de térébenthine, les huiles d'olive, de lavande, de lin, de colza, de pétrole, d'amande

---

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique ;* 1838, 1re série, t. V, p. 402.

douce, etc. On n'a même qu'à agiter l'eau distillée, après y avoir plongé une baguette de verre portant des traces d'un corps gras quelconque, pour voir se produire nettement un dégagement de petites bulles de gaz.

» Si le flacon contenant l'eau distillée n'est pas parfaitement débarrassé de toute matière grasse ou éthérée, il se forme bientôt de nombreuses bulles gazeuses aux points de la paroi intérieure où cette matière est attachée.

» II. Une goutte d'huile qui s'étale à la surface de l'eau distillée produit un dégagement de petites bulles gazeuses, qu'on observe aisément au microscope : ce dégagement est, selon moi, la vraie cause de la formation des *figures* de *cohésion*, comme les appelle M. Tomlinson, c'est-à-dire de la séparation de la lame étalée en une infinité de parties, constituant d'abord une sorte de réseau, et se décomposant peu à peu en lentilles de moins en moins larges, jusqu'à ce que, le dégagement gazeux venant à cesser, les petites lentilles demeurent indéfiniment. J'ai pu suivre au microscope toutes les phases du phénomène, dues évidemment aux innombrables petites bulles gazeuses qui se dégagent au-dessous des lamelles.

» L'expérience peut se faire avec toutes les huiles fixes ou volatiles, le sulfure de carbone, la créosote, l'esprit-de-bois, etc.

» Quand une huile quelconque est maintenue en contact prolongé avec l'eau, on sait que la surface de séparation des deux liquides perd bientôt sa transparence. Ce fait si connu s'explique par le dégagement de très-petites bulles de gaz, qui résinifient plus ou moins l'huile et qui la rendent impropre à se laisser traverser par la lumière.

» III. On a observé depuis longtemps que l'eau entre d'autant plus difficilement en ébullition qu'elle est mieux débarrassée des gaz qu'elle tient en dissolution. Ce qui précède fait prévoir que, si l'on mêle l'eau distillée avec de l'alcool, par exemple, on peut chasser une grande quantité des gaz dissous. C'est en effet ce que confirme une expérience récente de M. Kremers : ayant ajouté une partie d'esprit-de-vin à trois parties d'eau et chauffé fortement, cet observateur a vu le point d'ébullition s'élever aisément à 109 degrés et même beaucoup au delà, à mesure que le liquide volatil s'était évaporé en plus forte proportion.... »

M. **Haton de la Goupillière** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Combes*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **le Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie la copie de la Lettre suivante, adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères par le gérant de l'Agence consulaire de France à Mostar, sur le tremblement de terre qui s'est produit, au mois de mars dernier, dans l'Herzégovine :

« Mostar, 6 mars 1872.

» Depuis un mois, la contrée environnant Mostar et la ville elle-même sont agitées par des secousses qui ne sont pas sans impressionner les Herzégoviniens, peu accoutumés à un phénomène de cette nature, aussi continu et aussi caractéristique.

» Le 6 février, deux jours après la belle aurore boréale qui a été entrevue très-distinc-

tement ici, une première oscillation rapide donna l'éveil; elle fut bientôt suivie, le 7 et le 8 du même mois, de secousses fréquentes et ondulatoires, très-courtes, mais nettes, qui sembleraient avoir leur direction du nord-ouest au sud-est, comme si elles suivaient la longue chaîne des Alpes-Dinariques, pour secouer ensuite le haut rameau des monts Scordus.

» Les journées suivantes, le phénomène se manifesta par de rares mouvements, qui devinrent plus manifestes le 13 au soir, où la secousse fut plus longue que d'ordinaire, et suivie d'un grondement sonore, semblable à celui du canon dans le lointain. Jusqu'au 24 février, le silence des matières souterraines fut presque complet; le 25 et le 27, de nouvelles secousses, plus fortes que les précédentes, sont venues ébranler de rechef les puissantes montagnes entourant Mostar, où la sensation oscillatoire fut très-perceptible, vers les 9 heures du soir et à minuit passé.

» C'est ainsi que, jusqu'à la fin du mois de février, on put enregistrer environ trente à quarante secousses, avec détonations semblant avoir leur direction de l'intérieur de la mer Adriatique, c'est-à-dire du nord-ouest au sud-est, et procédant verticalement la plupart du temps.

» Le 2 et le 3 mars, cette force cachée se manifesta encore par des détonations plus fortes qu'auparavant, et cette fois horizontales.

» Pendant toute cette période, l'atmosphère a été constamment pure, sans pluie; je n'ai constaté un peu de pesanteur dans l'air que ces jours-ci (1).

» Les mêmes effets ont été ressentis, à diverses reprises, à 6 heures au sud-ouest de Mostar, vers Lynbuska, dans la campagne de Chiroki-Brig, et pas ailleurs. Ni Raguse, si cruellement éprouvé par le tremblement de terre de 1667, ni Sérajévo, où trois fois, en 1868-69, des secousses ont été signalées, et qui est ordinairement placé dans le jeu de cette force expansive, n'ont rien ressenti; le phénomène s'est borné au nord-ouest-ouest de l'Herzégovine. Ne serait-il pas intéressant, dès lors, d'examiner aux dates susdites l'état du Vésuve et de l'Etna, dans les Deux-Siciles? »

ASTRONOMIE. — *Découverte de deux nouvelles planètes*, (119) et (120). Note de **M. Lœwy**.

« En l'absence du Directeur de l'Observatoire, je prie M. le Secrétaire perpétuel de vouloir bien annoncer à l'Académie que deux planètes ont été découvertes en France dans le courant de la semaine dernière : la première, (119), a été trouvée à Paris le 9 avril par M. Paul Henry, aide-astronome de l'Observatoire; la seconde, (120), a été découverte le lendemain, 10 avril, à Marseille, par M. Borelly.

» La planète (119) est un peu plus brillante que (120); elles sont toutes les deux à peu près de la 11$^e$ grandeur. Les deux astres ont été observés

---

(1) Depuis vingt jours, le thermomètre centigrade se maintient, dans la ville de Mostar, entre 9 et 15 degrés au-dessus de zéro.

avec soin à l'Observatoire, dans les soirées des 11, 12 et 13 avril, tant aux instruments méridiens qu'au grand équatorial.

» Voici les résultats de ces observations, qui permettront aux astronomes de retrouver les deux planètes et de les observer ultérieurement.

*Positions de la planète* (119).

Grand Équatorial.

| 1872. | T. m. de Paris. | Asc. dr. | Dist. pol. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | ° ′ ″ | |
| 11 avril.... | 11. 1.18 | 13.17.19,62 | 98.34.39,2 | Lœvy et Tisserand. |
| 12 avril.... | 10.45.24 | 13.16.30,84 | 98.27.40,5 | Id. |
| 13 avril.... | 10.20.46 | 13.15.41,81 | 98.20.43,8 | Id. |
| | | Grand instrument méridien. | | |
| 11 avril.... | 11.55.21 | 13.17.18,47 | 98.34.25,7 | Périgaud et Chevallier. |
| 12 avril.... | 11.50.35 | 13.16.28,77 | 98.27.22,4 | Périgaud et Leveau. |

*Positions de la planète* (120).

| | T. m. de Marseille. | Asc. dr. | Dist. pol. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | ° ′ ″ | |
| 10 avril.... | 12.16.32 | 12. 0.55,38 | 95. 2.44,9 | Borelly. |
| | T. m. de Paris. | Grand Équatorial de Paris. | | |
| 11 avril.... | 11.47.19 | 12. 0.14,90 | 94.59.44,9 | Lœvy et Tisserand. |
| 12 avril.... | 9.20.24 | 11.59.38,44 | 94.57. 6,2 | Id. |
| 13 avril.... | 9.48.21 | 11.58.58,56 | 94.54. 2,8 | Id. |
| | | Grand instrument méridien. | | |
| 11 avril.... | 10.38.31 | 12. 0.16,72 | 94.59.55,5 | Périgaud et Chevallier. |
| 12 avril.... | 10.33.56 | 11.59.36,50 | 94.56.57,3 | Périgaud et Leveau. » |

PLASTICODYNAMIQUE. — *Sur un procédé d'intégration, par approximations successives, d'une certaine équation de la Plasticodynamique.* Note de **M. Ed. Combescure**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans le *Complément aux Mémoires du 7 mars 1870, etc.* (*Journal de Liouville*, 2e série, t. XVI, 1871), M. de Saint-Venant appelle l'attention sur l'intégration, par approximation, de l'équation (portant le n° 18 dans le Mémoire cité)

$$4\left(\frac{d^2\psi}{dx\,dz}\right)^2+\left(\frac{d^2\psi}{dx^2}-\frac{d^2\psi}{dz^2}\right)^2=4K^2.$$

Cette équation ne rentre pas dans les types, en si petit nombre, intégrés jusqu'ici. On peut cependant, sous les restrictions inhérentes à la plupart

des méthodes d'approximation, l'intégrer par approximations successives; mais il paraît préférable de revenir aux équations (9) d'où elle découle (*Mémoire sur l'établissement des équations différentielles*, etc., *Comptes rendus* du 7 mars 1870).

» Ces équations (9), en supprimant les seconds membres des deux premières, et supposant, ce qui est ici permis, K égal à l'unité, reviennent à

$$(a)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dN_z}{dx}+\dfrac{dT}{dz}=0,\quad \dfrac{dN_x}{dz}+\dfrac{dT}{dx}=0. \\ N_z-N_x=2\sqrt{1-T^2}; \end{array}\right.$$

$$(b)\qquad \frac{du}{dx}+\frac{dw}{dz}=0,\quad \frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}=\frac{T}{\sqrt{1-T^2}}\left(\frac{dw}{dz}-\frac{du}{dx}\right);$$

le radical étant pris avec un signe déterminé.

» En différentiant la dernière $(a)$ par rapport à $x$, ayant égard à la première et rapprochant la seconde, on a

$$(c)\qquad \frac{dN_x}{dx}=-\frac{dT}{dz}-\frac{2T}{\sqrt{1-T^2}}\frac{dT}{dx},\quad \frac{dN_z}{dz}=-\frac{dT}{dx};$$

d'où

$$(d)\qquad \frac{d^2T}{dx^2}-\frac{d^2T}{dz^2}=\frac{2T}{\sqrt{1-T^2}}\frac{d^2T}{dx\,dz}+\frac{2}{(1-T^2)^{\frac{3}{2}}}\frac{dT}{dx}\frac{dT}{dz}.$$

» Cette équation rentre dans un type connu; malheureusement la méthode d'Ampère, ou des *caractéristiques*, ne lui est pas applicable. Mais on peut l'intégrer par approximations successives, poussées aussi loin qu'on voudra, en se fondant sur la simple remarque que T est moindre que l'unité, et sur la forme spéciale de l'équation.

» Il convient d'abord de prendre pour variables indépendantes

$$\xi=x+z,\quad \zeta=x-z,$$

ce qui transforme la proposée dans

$$\frac{d^2T}{d\xi\,d\zeta}=\frac{1}{2}T(1-T^2)^{-\frac{1}{2}}\left(\frac{d^2T}{d\xi^2}-\frac{d^2T}{d\zeta^2}\right)+\frac{1}{2}(1-T^2)^{-\frac{3}{2}}\left(\frac{dT^2}{d\xi^2}-\frac{dT^2}{d\zeta^2}\right).$$

» En développant $(1-T^2)^{-\frac{1}{2}}$ et $(1-T^2)^{-\frac{3}{2}}$, on aura

$$\frac{d^2T}{d\xi\,d\zeta}=\left(\frac{1}{2}T+\frac{1}{4}T^3+\cdots\right)\left(\frac{d^2T}{d\xi^2}-\frac{d^2T}{d\zeta^2}\right)+\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{4}T^2+\cdots\right)\left(\frac{dT^2}{d\xi^2}-\frac{dT^2}{d\zeta^2}\right).$$

» La fonction T étant moindre que l'unité, en la considérant comme

une quantité du *premier ordre*, le second membre de cette équation sera du second ordre; et si l'on fait

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + \ldots,$$

les indices désignant respectivement l'ordre de grandeur, la substitution dans l'équation précédente donnera

$$\left\{\begin{aligned}
&\frac{d^2T_1}{d\xi\,d\zeta} = 0,\\
&\frac{d^2T_2}{d\xi\,d\zeta} = \frac{1}{2}T_1\left(\frac{d^2T_1}{d\xi^2} - \frac{d^2T_1}{d\zeta^2}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{dT_1^2}{d\xi^2} - \frac{dT_1^2}{d\zeta^2}\right),\\
&\frac{d^2T_3}{d\xi\,d\zeta} = \frac{1}{2}T_1\left(\frac{d^2T_2}{d\xi^2} - \frac{d^2T_2}{d\zeta^2}\right) + \frac{1}{2}T_2\left(\frac{d^2T_1}{d\xi^2} - \frac{d^2T_1}{d\zeta^2}\right) + \frac{dT_1}{d\xi}\frac{dT_2}{d\xi} - \frac{dT_1}{d\zeta}\frac{dT_2}{d\zeta},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right.$$

» On tire de la première

$$T_1 = \varphi(\xi) + \psi(\zeta),$$

$\varphi$ et $\psi$ désignant des fonctions arbitraires. La seconde fournit, par suite,

$$T_2 = \frac{1}{2}\int_{\xi_0}^{\xi}\int_{\zeta_0}^{\zeta}[(\varphi + \psi)(\varphi'' - \psi'') + \varphi'^2 - \psi'^2]\,d\xi\,d\zeta,$$

où les accents marquent les dérivées. En continuant à prendre les intégrales de manière qu'elles s'évanouissent pour $\xi = \xi_0$, et aussi pour $\zeta = \zeta_0$, on trouvera de proche en proche, et toujours par des quadratures successives et séparées, les valeurs de $T_3$, $T_4$, ....

» T étant connu, les équations ($c$) donneront $N_z$ par des quadratures; et $N_x$ s'ensuivra sans nouvelle intégration.

» Enfin l'élimination de $w$ entre les équations ($b$) donne

$$\frac{d^2u}{dx^2} - \frac{d^2u}{dz^2} = \frac{d}{dz}\left(\frac{2T}{\sqrt{1 - T^2}}\frac{du}{dx}\right);$$

et l'on peut remarquer que cette équation admet la solution particulière $u = T$.

» On peut transformer cette équation linéaire conformément à l'indication de Laplace; mais comme, en y écrivant $\frac{u}{u_0}$ au lieu de $u$, $u_0$ étant un nombre quelconque supérieur à $u$, il est permis de regarder $\frac{u}{u_0}$ comme une quantité du même ordre que T, il est plus simple d'appliquer le procédé

des approximations sucessives, exposé ci-dessus, en posant

$$\frac{u}{u_0} = u_1 + u_2 + u_3 + \ldots$$

» J'ajouterai quelques remarques assez évidentes sur le procédé d'intégration proposé. D'abord les quadratures successives que l'on doit effectuer introduiront, comme facteurs de quelques-uns des signes arbitraires, les puissances entières et positives de $(\xi - \xi_0)$ et de $(\zeta - \zeta_0)$. Ces facteurs pouvant grandir indéfiniment avec $\xi$ et $\zeta$, les binômes $\xi - \xi_0$ et $\zeta - \zeta_0$ devront être compris entre certaines limites. En second lieu, si T diffère peu de l'unité, les approximations *convergent* très-lentement. Dans ce cas, si l'on fait $T = 1 - T'$ et que l'on considère $T'$ comme du premier ordre, l'équation $(d)$ se transforme dans une autre, que l'on peut intégrer par approximations successives, mais d'une manière moins *régulière*, en conservant les variables $x$ et $z$ et renversant, pour ainsi dire, le rôle des deux membres. Enfin il faudrait être en mesure d'assigner des limites des erreurs. Mais ce *desideratum* s'applique à bon nombre de théories de la mécanique céleste ou terrestre.

» Tout ce qui précède se rapporte aux équations *indéfinies* de la plastico-dynamique. Il y a à tenir compte des équations *définies* ou *aux limites;* mais je ne crois pas devoir entrer dans de plus amples détails sur une question dont tout le mérite revient naturellement aux inventeurs de cette branche de la Science. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Statique des cultures industrielles : le houblon.* Mémoire de **M. A. Muntz**, présenté par M. Boussingault. (Extrait.)

« Ce travail est destiné à faire suite à une série de recherches entreprises par M. Boussingault, et dont la première partie (Statique des cultures industrielles : le tabac) a été publiée il y a quelques années (1). Il forme une suite d'autant plus naturelle à cette publication que, les expériences ayant été exécutées dans la même localité, les résultats offrent des points de comparaison plus exacts. Le but principal de ces expériences est de déterminer les quantités de principes assimilés pendant le développement du houblon et, par suite, les éléments définitivement enlevés au sol par la récolte.

» ... Un but secondaire de ces recherches a été l'étude de l'assimilation

(1) *Agronomie*, t. IV, p. 100.

des principaux éléments, à diverses phases du développement de la plante; on a, par conséquent, comparé la composition des différents organes à deux époques de la végétation.

» Dans les déterminations des matières minérales, à l'occasion des importantes recherches de M. Peligot sur la diffusion de la soude dans les végétaux (1), on a mis un soin tout particulier à déterminer quelle est la part attribuable à cet alcali comme élément constitutif dans les différentes parties du houblon. J'ai employé, à cet effet, le procédé de séparation de la potasse et de la soude que M. Schlœsing a récemment décrit (2). Une houblonnière située à Wœrth, à la base du Liebfrauenberg (Bas-Rhin), a servi à ces expériences.

» En partant des résultats des analyses, on trouve que, le 17 septembre, époque de la cueillette, les éléments assimilés étaient :

| | Pour les 2,400 plants de la parcelle cultivée de 38 ares. | Pour les 6316 plants que contiendrait 1 hectare. |
|---|---|---|
| | kil | kil |
| Eau | 4282,560 | 11270,270 |
| Carbone | 997,224 | 2624,361 |
| Hydrogène | 119,904 | 315,547 |
| Oxygène | 764,304 | 2011,393 |
| Azote | 34,633 | 91,141 |
| Acide phosphorique | 8,625 | 22,699 |
| Magnésie | 9,254 | 24,352 |
| Potasse | 15,888 | 41,812 |
| Soude | 0,173 | 0,455 |
| Matières minérales non déterminées | 50,635 | 133,278 |
| | 6283,200 | 16535,288. » |

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des composés oxygénés de l'azote; par* M. BERTHELOT.

« Les expériences de thermochimie ne peuvent servir aux calculs de la théorie que si les quantités de chaleur trouvées dans le calorimètre répondent à des réactions définies et complétement connues : circonstance moins commune en chimie que la simplicité des équations qui figurent dans les livres et même dans les Mémoires ne le ferait supposer. Nulle part peut-être la difficulté de réaliser cette condition essentielle n'est plus grande que dans l'étude des combinaisons oxygénées de l'azote. Trois séries de déter-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1269.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*

minations thermiques ont été publiées sur la formation des acides nitriques et nitreux; mais les trois séries offrent des divergences extraordinaires, qui me paraissent dues à l'incertitude des réactions véritablement effectuées dans les calorimètres.

» 1° M. Favre (1) s'est occupé le premier de cette difficile question. Les réactions qu'il a étudiées (action de l'acide azotique sur le cuivre et action de l'acide azotique sur un azotite) l'ont conduit aux valeurs suivantes :

| | |
|---|---|
| $AzO^2 + O^3 + HO + nAq = AzO^6H$ étendu........ | $+ 20^\circ,7$ |
| $AzO^2 + O + HO + nAq = AzO^4H$ étendu........ | $- 6,6$ |
| $AzO^3,HO$ (étendu) $+ O^2 = AzO^6H$ étendu........ | $+ 27,7$ |

» Ces nombres ont fait autorité jusqu'à ces derniers temps : je les ai employés moi-même dans divers calculs, suivant en cela l'usage reçu dans la science à l'égard des résultats obtenus par nos prédécesseurs, résultats que chacun met en œuvre, sans en devenir pour cela responsable (2).

» 2° En 1871, MM. Troost et Hautefeuille (3) ont mesuré la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide hyponitrique liquide sur un excès d'oxygène, en présence de l'eau. Cette réaction, d'après les savants précités, donne toujours naissance à une certaine proportion d'acide nitreux, en même temps qu'à l'acide nitrique, produit dominant. Ils ont présenté le tableau suivant de leurs résultats :

| | Acide nitrique formé. | Acide nitreux. | Chaleur dégagée par 1 équivalent d'acide hyponitrique se transformant en acides nitrique et nitreux. |
|---|---|---|---|
| N° 1........ | 0,9143 | 0,0857 | 20°,370 |
| N° 2........ | 0,8582 | 0,1418 | 11,340 |
| N° 3........ | 0,8170 | 0,1830 | 6,365 |

(1) *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XXIV, p. 311; 1853.

(2) Les doutes élevés récemment sur ces valeurs n'atteignent point les calculs relatifs à la formation des azotates et aux matières explosives. En effet, la formation de l'azotate de potasse, depuis ses éléments :

$$Az + O^6 + K = AzO^6K,$$

peut être calculée directement, comme je l'avais fait observer dans mon Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 66 et 72), c'est-à-dire sans qu'il soit besoin de prendre pour inconnue auxiliaire la formation du bioxyde d'azote. On trouve ainsi le chiffre $129^c,00$; cette quantité est d'un ordre de grandeur comparable avec la détermination expérimentale ($61^c,50$) de M. Bunsen, dont elle est déduite.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 380.

» En admettant les deux équations simultanées (1)

$$AzO^4 + O + HO + n Aq = AzO^6H \text{ étendu},$$
$$2AzO^4 + H^2O^2 + n Aq = AzO^6H \text{ étendu} + AzO^4H \text{ étendu},$$

Le calcul montre que la première réaction dégage......... $+ 33^c,5$ (2)
Et la seconde absorberait............................ $- 85^c,0$

» Ce dernier nombre est probablement trop grand; mais le fait même d'une absorption de chaleur, croissante avec la proportion relative de l'acide nitreux et par conséquent caractéristique de la simple action de l'eau sur l'acide hyponitrique, ne paraît guère douteux.

» 3° M. Thomsen (3) vient de publier les résultats suivants. Il a fait réagir le bioxyde d'azote et l'oxygène dans un premier calorimètre; puis il a dissous dans l'eau les produits gazeux de la réaction, dans un deuxième instrument; enfin il les a traités par le chlore. Il admet que la première réaction fournit uniquement et instantanément de l'acide hyponitrique (gazeux)

$$AzO^2 + O^2 = AzO^4;$$

que la deuxième réaction produit uniquement et instantanément les acides azoteux et azotique dissous

$$2AzO^4 + H^2O^2 + n Aq = AzO^6H \text{ étendu} + AzO^4H \text{ étendu};$$

enfin que l'action du chlore sur ce dernier mélange produit uniquement et instantanément les acides azotique et chlorhydrique. Sans nous arrêter à discuter ces hypothèses multipliées et qui pourraient être contestées, tant comme simplicité des réactions que comme instantanéité, et comme exclusives de la formation bien connue de l'eau régale, nous allons transcrire les valeurs suivantes, calculées par M. Thomsen :

$AzO^2 + O^3 + HO + n Aq = AzO^6H$ étendu.............. $+ 36^c,5$
Au lieu de........... $+ 20^c,7$ (Favre);

$AzO^2 + O + HO + n Aq = AzO^4H$ étendu.............. $+ 18^c,2$
Au lieu de............. $- 6^c,6$ (Favre);

$AzO^4$ étendu $+ O^2 = AzO^6H$ étendu.................... $+ 18^c,3$
Au lieu de........... $+ 27^c,7$ (Favre);

$AzO^4$ (gaz) $+ O + HO + n Aq = AzO^6H$ étendu.......... $+ 16^c 9$
Au lieu de... $+ 33^c,5$ (Troost et Hautefeuille),

(1) $AzO^4$ étant liquide.

(2) Les auteurs indiquent $+ 23,5$, sans doute par quelque erreur de transcription.

(3) *Berichte der Chem. Gesellschaft zu Berlin*, 25 mars 1872.

valeur qui se rapporte à l'acide hyponitrique liquide et qui devrait être accrue notablement pour l'acide gazeux, à cause de la chaleur de liquéfaction,

$$2\,AzO^4 + H^2O^2 + n\,Aq \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +15^c,5 \text{ (acide gazeux)},$$

au lieu du nombre négatif qui ressort des expériences de MM. Troost et Hautefeuille sur l'acide liquide (1).

» La discordance entre ces trois séries d'expériences est extrême : elle me paraît trop grande pour pouvoir être expliquée par la différence des méthodes et des instruments, quelle que soit la part d'erreur attribuable à ceux-ci. Il me semble plus probable que certaines des équations admises par les auteurs sont inexactes; les propriétés physiques singulières de ce que l'on est convenu d'appeler la *vapeur nitreuse* ou l'*acide hyponitrique* ne répondent guère à celles d'un composé défini et complétement formé; peut-être d'ailleurs le caractère lent et progressif de certaines réactions vient-il compliquer les mesures.

» En tout cas, ces mesures, prises les unes et les autres par des expérimentateurs exercés, montrent quelle modestie est imposée aux savants dans l'exposition de leurs résultats, et combien nous devons nous garder d'envisager nos observations personnelles comme la mesure unique et définitive de l'erreur et de la vérité.

» J'aurais encore quelques remarques à faire sur les rapprochements numériques que M. Thomsen, après M. Hess, M. Dupré et divers autres, croit apercevoir entre les quantités de chaleur dégagées dans les réactions chimiques. Pour que ces relations eussent quelque portée théorique, elles devraient s'appliquer à des réactions comparables, où tous les corps seraient pris dans le même état physique, autant que possible dans l'état gazeux et sous des condensations pareilles : il faudrait en outre admettre entre les chaleurs spécifiques des relations spéciales. En général, tout rapprochement numérique du genre de ceux présentés par M. Thomsen, c'est-à-dire établi entre des réactions dissemblables, où figurent d'un côté des solides, tels le soufre, d'un autre côté des gaz, tels que l'oxygène et l'acide sulfureux, enfin des liquides tels que l'eau et l'acide sulfurique, s'évanouit dès que l'on transporte la température commune à laquelle les réactions ont été étudiées jusqu'au point où il se produit quelque nouveau changement d'état physique; attendu que la chaleur mise en jeu dans ledit changement n'est point, en général, multiple de l'unité prétendue. »

(1) La réaction entre le bioxyde d'azote et l'oxygène, quels qu'en fussent les produits, était-elle totale dans le premier calorimètre de M. Thomsen, ou ne s'est-elle pas achevée dans la deuxième en présence de l'eau?

MÉTALLURGIE. — *Réclamation de priorité au sujet d'un Mémoire de M. Gruner, relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes.* Note de **M. A. Gillot.**

« L'Académie, dans sa séance du 22 janvier dernier, a décidé, sur le Rapport de M. H. Sainte-Claire Deville, l'admission, dans son *Recueil des Savants étrangers*, d'un Mémoire de M. Gruner, relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes, au moyen d'un courant à une température de 400 à 500 degrés. Or, le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 3 février 1868, sur la carbonisation du bois et l'emploi du combustible dans la métallurgie du fer, Mémoire qui n'a été jusqu'ici l'objet d'aucun Rapport, résout précisément le point traité par M. Gruner, ainsi qu'il résulte de l'extrait suivant de ce Mémoire :

« La réduction et la carburation sont deux phénomènes de même ordre, que l'on peut comprendre sous le nom générique de cémentation, etc.....

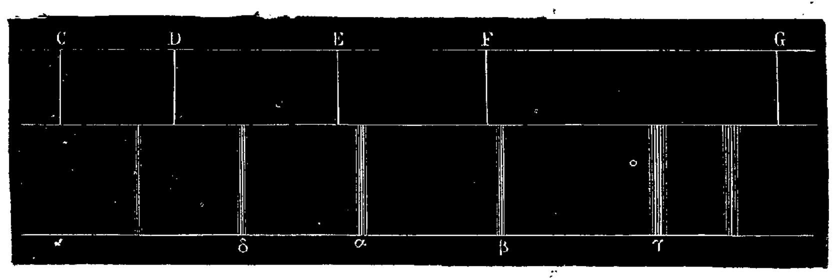
» Les limites de température entre lesquelles la carburation s'opère paraissent fort étendues; car, bien que l'on admette assez naturellement que cette réaction a lieu au-dessous du ventre et dans la région des étalages, et par conséquent à la température de cette zone, puisque le fer n'achève sa réduction que vers le ventre, il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'on peut transformer complétement le fer en acier à une température comprise entre 400 et 500 degrés. Si l'on soumet pendant un temps assez long un morceau de fer à un courant gazeux élevé à cette température, et contenant une quantité suffisante d'oxyde de carbone, on obtient constamment de l'acier. J'ai répété cette expérience un grand nombre de fois avec les gaz provenant de la combustion de la houille, du coke, du goudron, du bois, du charbon de bois, avec le gaz d'éclairage sans aucune épuration préalable, et la transformation en acier a toujours eu lieu. On obtient les mêmes résultats dans un haut-fourneau au-dessus du ventre, à partir du point où commence cette température limite de 400 à 500 degrés. D'où la conséquence que la carburation devrait suivre la réduction à mesure que cette dernière s'opère. Mais on a vu, d'après ce que j'ai dit précédemment, qu'il n'en est rien et que la réduction, jusqu'à son entière terminaison, fait obstacle à la carburation. Cela se comprend, etc. »

» Je réclame donc, comme m'appartenant, le fait signalé par M. Gruner. Mais je ne revendique pas la réduction qu'il énonce, de l'oxyde de fer par le carbone en nature, car j'affirme, au contraire, avec M. Leplay, son prédécesseur, que le carbone en nature n'a aucune action sur le fer et sur ses oxydes, en vertu de cet axiome : *Corpora non agunt nisi soluta.* »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de la vapeur d'eau.*
Note de **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le dessin d'un spectre obtenu en faisant passer l'étincelle d'induction au travers d'un tube contenant de

Principales raies du spectre solaire.




Spectre obtenu en faisant passer un courant d'induction dans un tube plein de vapeur d'eau à faible tension.

la vapeur d'eau raréfiée : il se forme de belles stratifications blanches dont la lumière se résout en quatre raies principales (1) grasses et nébuleuses, quoique vives, et en deux autres raies nébuleuses beaucoup plus faibles.

» Il n'y a pas traces des raies de l'hydrogène.

Cette expérience, qui date déjà de quelques années, n'est peut-être pas sans intérêt, tant pour la connaissance de ce qui se passe dans les tubes au vide que pour la discussion des résultats de l'analyse spectrale appliquée aux phénomènes cosmiques ou météorologiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux faits pour servir à l'histoire des phénols.*
Note de **MM. L. Dusart** et **Ch. Bardy**, présentée par M. Cahours.

« Nous avons montré, dans des Communications précédentes, que les phénols ont avec les alcools proprement dits un grand nombre de propriétés communes et que, pour vaincre l'inertie de leurs molécules, il suffisait le plus souvent de l'emploi plus énergique de la chaleur et de l'action prolongée du temps. Les expériences suivantes, en apportant des faits nouveaux et incontestables à l'histoire des phénols, serviront à mettre en évidence la vérité de notre thèse.

(1) J'ai attribué ces raies à l'oxygène.

» L'éthérification directe du phénol par l'acide chlorhydrique fumant impliquait la possibilité de reproduire, par réaction inverse, le corps primitif; c'est, en effet, ce que nous avons réalisé.

» La transformation du chlorure de phényl en phénol, affirmée par Church, a été contestée par plusieurs expérimentateurs qui, se plaçant dans les mêmes conditions que le chimiste anglais, démontrèrent que la réaction annoncée ne se produisait pas. Il s'agissait ici de l'action du chlorure sur une solution alcoolique de potasse, à une température de 150 à 170 degrés, et nous avons constaté nous-mêmes que cette réaction ne s'accomplit pas même à 225 degrés.

» Le chlorure de phényl, qu'il provienne de l'action du chlore sur la benzine, de celle de l'acide chlorhydrique ou du perchlorure de phosphore sur le phénol, est décomposé à une température de 300 degrés par une solution aqueuse de soude caustique : le produit unique de la réaction est le phénol proprement dit.

» Le toluène chloré, dans les mêmes conditions, donne naissance à l'hydrate de crésyl; le bromure de naphtyl, qu'on obtient si facilement par l'action du brome sur la naphtaline, est transformé tout entier et rapidement en naphtol presque blanc.

» Bien que nos recherches se soient bornées à ces trois substances, nous croyons pouvoir en conclure que cette réaction est susceptible d'être généralisée.

» Nous avons envisagé la constitution des sulfophénates comme analogue à celle des sulfovinates, malgré l'idée opposée introduite dans la science par M. Kékulé. La grande stabilité de ces corps en présence des alcalis avait, en effet, porté ce chimiste à attribuer à l'acide sulfurique une position différente de celle qu'il occupe dans les sulfovinates; il tiendrait la place d'un équivalent d'hydrogène du radical phényl au lieu de celle d'une molécule d'eau.

» Les expériences suivantes sont contraires à cette vue théorique. Des poids égaux de sulfophénate de soude, d'eau et de chlorure de baryum sont chauffés à 240 degrés pendant quatre heures; au bout de ce temps, le sulfophénate est décomposé et la totalité du phénol régénéré est mise en liberté.

» De l'acide sulfophénique chauffé avec son poids d'alcool à une température de 225 degrés pendant quatre heures donne en abondance le phénéthol de M. Cahours.

» Il ressort de ces expériences que, dans sa combinaison avec l'acide

sulfurique, le phénol a conservé l'intégrité de sa molécule et qu'il peut se prêter aux transformations des composés analogues de la série des alcools proprement dits.

» Nous demanderons à l'Académie la permission de répondre quelques mots à une critique de nos expériences sur les phénols, insérée dans un des derniers *Comptes rendus*.

» Nous avions annoncé que le phénol chauffé à 250 degrés, en présence de chlorhydrate d'aniline et d'acide chlorhydrique, se combine à ce sel pour donner de la diphénylamine.

» MM. Girard et de Laire, s'appuyant sur ce fait, que du chlorhydrate d'aniline chauffé au-dessus de 300 degrés se détruit en produisant le même corps, en concluent que le phénol n'intervient pas dans la réaction que nous annonçons. Tous les chimistes qui ont étudié la question savent que la diphénylamine est un produit constant de la destruction par le feu des sels d'aniline. Déjà vers 250-260 degrés, le chlorhydrate d'aniline chauffé seul présente au bout de douze heures un commencement de décomposition, due sans doute à l'action des alcalis du verre. En présence de l'acide chlorhydrique, la stabilité du sel est augmentée et c'est à peine si l'on constate une légère altération.

» Vers 230-235 degrés, le chlorhydrate d'aniline avec excès d'acide chlorhydrique reste parfaitement intact, quand, à 215 degrés, un mélange de phénol, de chlorhydrate d'aniline et d'acide chlorhydrique donne déjà de la diphénylamine et du chlorure de phényl. Ce dernier fait suffit pour lever tous les doutes.

» Nous avons montré qu'un mélange de phénol, d'acide chlorhydrique et de chlorhydrate d'ammoniaque fournit de l'aniline et de la diphénylamine, et, interprétant la réaction, nous avons attribué au chlorure de phényl formé dans cette circonstance la transformation du phénol en alcaloïdes. Les mêmes chimistes, mettant en présence du chlorure de phényl tout formé et du chlorhydrate d'ammoniaque, concluent des résultats négatifs qu'ils obtiennent à l'absence de réaction dans les conditions où nous nous plaçons, en les qualifiant de *complications inutiles*.

» Or, il ne nous a point paru inutile de réunir dans ces réactions difficiles tous les éléments destinés à en assurer le succès; mettre en présence un mélange de corps solubles les uns dans les autres, pouvant se pénétrer réciproquement, et offrir le chlorure de phényl à l'état naissant, nous a paru préférable à la réaction d'un corps huileux sur un sel inerte; c'est, du reste, ce que l'expérience négative de nos contradicteurs a parfaitement démontré.

» Nous ne nous arrêterons pas à relever les autres objections contenues dans cette Note; elles ont la même valeur critique et expérimentale que les précédentes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une détermination plus précise de certains genres de Conifères jurassiques par l'observation de leurs fruits.* Note de **M. DE SAPORTA**, présentée par M. Ad. Brongniart.

« La réunion entre mes mains d'une nombreuse série d'échantillons de Conifères jurassiques m'a mis à même de découvrir les fruits de plusieurs de ces végétaux : ce sont les premiers résultats de cette étude que je soumets à l'Académie. Jusqu'ici deux causes s'étaient surtout opposées à la connaissance exacte des Conifères de l'âge secondaire; c'étaient, d'une part, l'absence ou l'extrême rareté des organes fructificateurs, et, de l'autre, un faciès généralement très-uniforme qui portait les auteurs à étendre la même dénomination à des formes en réalité dissemblables. La confusion était encore augmentée par la méthode appliquée à la classification des Conifères, qui associait dans les mêmes sections, sans avoir égard à l'ordre d'apparition de ces divers groupes, les Araucariées et Abiétinées, les Séquoiées, Taxodiées et Cupressinées. Aussi a-t-on remarqué bien souvent les appréciations tout à fait arbitraires de certains savants, tels que M. Gœppert, qui a rapporté aux Cupressinées le genre *Ulmannia*, opinion que rien ne semble justifier, et M. Andrà, qui applique le terme de *Thuyites Germari* à des rameaux dont les feuilles sont visiblement disposées en spirale. La plupart des auteurs ont désigné indifféremment sous le nom de *Brachyphyllum* la masse des Conifères jurassiques, et M. Pomel avait même proposé, il y a vingt ans, de les comprendre presque toutes dans son genre *Moreauia*, qu'il rapprochait des *Dacrydium*, en se basant sur une empreinte évidemment mal comprise.

» Je crois qu'il est possible, au moyen des observations que je viens de faire, de débrouiller un peu ce chaos et d'établir l'existence d'un certain nombre de genres, les uns éteints, les autres encore existants, qui se distribuent sans trop d'anomalie dans les tribus actuelles des *Araucariées*, des *Séquoiées* et des *Cupressinées*, auxquelles il faut ajouter celle des *Walchiées*, souche prototypique d'où les trois autres se seraient successivement détachées.

» C'est aux Walchiées que je rapporte le genre *Brachyphyllum*, tel que M. Brongniart l'avait originairement compris. Ce genre, un des plus singu-

liers de la flore secondaire, se montre non-seulement dans l'oolithe inférieure en France et en Angleterre, mais aussi dans le corallien de la Meuse, ainsi qu'à Cirin, Armaille et Orbagnoux (Ain), dans le kimmeridgien. Les rameaux des *Brachyphyllum* sont couverts de feuilles, disposées dans un ordre spiral, en forme d'écussons plus ou moins convexes, épais et probablement coriaces, converties par la croissance en plaques hexapentagonales qui recouvrent le vieux bois d'un ensemble de compartiments réguliers, taillés pour ainsi dire à facettes. Un échantillon de Châteauroux (Indre), dont je dois la communication à M. Pomel, m'a permis d'observer les cônes de ce type, encore attachés au rameau et par conséquent incontestables. Ils sont remarquablement petits et offrent l'aspect, la dimension et la structure de ceux des *Walchia*, *Ulmannia* et *Pallyssia*. J'ai rencontré à Orbagnoux des cônes semblables, situés sur les mêmes plaques que des rameaux de *Brachyphyllum*, et à côté de l'un d'eux des semences éparses, longues en tout de 2 millimètres et surmontées d'une aile membraneuse inégale; ces semences, qu'il est naturel d'attribuer au cône près duquel elles sont placées, auraient été inverses et disposées deux ou plusieurs sur chaque écaille. Les écailles elles-mêmes affectent un ordre compliqué de plusieurs rangs de spire; insérées à angle droit sur l'axe et persistantes, elles se redressent par leur bord libre et donnent lieu à un apophyse en forme d'appendice lancéolé, étroitement opprimé.

» A la suite des *Brachyphyllum* ainsi limités, il faut mentionner les *Pachyphyllum*, dont la dénomination est due à M. Pomel, qui l'appliquait à l'une des sections de son genre *Moreauia*. Ici les feuilles, épaisses comme celles des *Brachyphyllum*, sont trigones, en faux et en crochet et analogues à celle des *Eutacta*, sauf la consistance.

» Les fruits, dont il existe plusieurs exemples, étaient formés d'écailles larges, minces, emboîtées et imbriquées dans le fruit; caduques à la maturité, comme celles des *Dammara*, à qui elles ressemblent beaucoup, ces écailles portaient une semence unique logée dans une fossette encore reconnaissable. Le genre, malgré des liens indirects avec les *Brachyphyllum* d'une part, de l'autre avec les *Cunninghamia*, se place donc fort naturellement dans la tribu des Araucariées, non loin des *Dammara*, auxquels il ressemble si peu par le feuillage.

» La présence des *Araucaria* à cette époque a été mise en lumière par M. Carruthers, qui en a figuré des fruits entiers; j'ai moi-même entre les mains une écaille isolée, provenant du corallien de la Meuse, qui ne diffère en rien de celle de l'*Araucaria Cookii* R. Br.

» Deux genres de Conifères jurassiques viennent se placer selon moi sans difficulté parmi les Séquoiées.

» On peut conserver au premier de ces genres le nom d'*Echinostrobus*, proposé par M. Schimper pour désigner des fruits encore attachés à leur rameau, trouvés à Solenhofen et dont M. Unger avait remarqué la ressemblance avec ceux des *Arthrotaxis*. Cet auteur avait eu seulement le tort de les réunir à son *Arthrotaxis princeps* (*Caulerpites princeps* Sternb.) qui représente certainement une Cupressinée, sur laquelle nous allons revenir. Le rameau avec strobiles de Solenhofen a été très-bien figuré par M. Schimper (1); il paraît identique avec l'*Arthr. Baliostichus* Ung. (*Baliostichus ornatus* Sternb.); des rameaux pareils se retrouvent à Cirin, à Orbagnoux et à Creys (Isère); quoique non accompagnés de fruits, ils sont reconnaissables à leur aspect, à leur mode de ramification, mais surtout à la liaison intime qui les rattache aux *Arthrotaxis* et que j'ai pu vérifier en comparant une très-belle empreinte de Creys à l'*Arthrotaxis laxifolia* Hook., de Tasmanie. Quant aux fruits de Solenhofen, ils ne s'écartent entièrement de ceux des *Arthrotaxis* par aucun caractère sensible, sauf leur plus grande dimension.

» Je laisse au second genre de Séquoiée présumé le nom de *Cunninghamite* déjà appliqué à des formes de la Craie. Les *Cunninghamites* jurassiques ressemblent aux *Cunninghamia* par l'aspect du fruit et celui des rameaux; seulement les proportions sont beaucoup plus faibles; en outre, les feuilles sont dépourvues de nervure médiane et les écailles du fruit plus serrées et plus étroitement imbriquées. Je viens d'observer ce type dans le kimméridgien d'Armaille (Ain); il existe aussi dans le lias de Steierdorf, où il a été signalé par M. Andrä sous le nom singulier de *Thuyites Germari*.

» Les Cupressinées jurassiques ont été souvent méconnues, parce que leurs feuilles, au lieu d'être exactement décussées et distinguées en *faciales* comprimées et latérales *naviculaires*, sont le plus souvent irrégulièrement opposées ou même insérées sans ordre et subspiralées comme celles des *Widdringtonia*. Après un examen attentif, je crois devoir signaler les trois genres suivants : 1° des *Widdringtonia*, qui ne diffèrent de ceux de l'Afrique australe par aucun caractère extérieur, sauf l'extrême petitesse du fruit, qui a valu à l'espèce d'Armaille, chez qui je l'ai observé, le nom de *W. microcarpa*; 2° un genre à feuilles étroitement appliquées et squammiformes,

(1) *Traité de Pal. vég.*, t. II, Pl. 75, fig. 21.

opposées deux par deux, mais avec un certain désordre, qui a fait admettre à plusieurs auteurs qu'elles étaient alternes. Ce genre, répandu dans l'oolithe, comprend le *Thuyites expansus* Sternb., de Stonesfield, le *Thuyites robustus* Sap. (*Echinostrobus* Schimp.) d'Etrochey, le *Thuyites* (*Arthrotaxites* Ung.) *princeps* de Solenhofen, une forme nouvelle de l'Abergement (Ain), et enfin le *Thuyites elegans* Sap. (in Schimp. *Pal. veg.*) d'Armaille. Il existe de celui-ci, outre des rameaux entiers, un petit ramule terminé par un fruit jeune, des plus petits, et un fruit adulte isolé, mais reconnaissable; il est ovale-globuleux, long à peine de 1 centimètre, composé d'écailles en tête de clou, contiguës, rhomboïdales et irrégulièrement disposées, comme les feuilles. Je propose, pour ce genre, la dénomination de *Palæocyparis;* bien que distinct de tous ceux du monde actuel, il rappelle certain *Chamæcyparis* et particulièrement le *Ch. obtusa* Sieb. et Zucc., du Japon. 3° Un dernier type de Cupressinée se trouve représenté par un ramule à feuilles imbriquées et régulièrement décussées, surmonté d'un fruit quadrivalve; il prendra le nom de *Phyllostrobus*, parce que les écailles valvaires de ce fruit, au lieu d'être coriaces et épaisses comme celles des *Callitris* et des *Widdringtonia*, paraissent avoir eu une consistance mince et souple, à l'exemple des *Thuya* et des *Libocedrus*.

» Ainsi, les genres jurassiques ou plutôt oolithiques, dont je viens de déterminer les affinités par l'observation combinée des rameaux et des fruits, sont au nombre de huit, dont un représente les Walchiées, deux les Araucariées, deux les Séquoiées et trois les Cupressinées. De ces huit types, trois paraissent avoir survécu : ce sont les *Araucaria*, *Arthrotaxis* (*Echinostrobus*) et *Widdringtonia*. Il est digne de remarque que tous les trois sont actuellement relégués au sud de l'équateur, circonstance qui donne la mesure des changements survenus et de l'intérêt même qui s'attache à l'étude de l'ancienne végétation jurassique. »

EMBRYOGÉNIE. — *Premiers effets de la fécondation sur les œufs de poissons : sur l'origine et la signification du feuillet muqueux ou glandulaire chez les poissons osseux.* Note de M. CH. VAN BAMBEKE, présentée par M. de Quatrefages.

« L'histoire du développement des poissons osseux, malgré les savants travaux dont elle a été l'objet, présente encore de nombreuses lacunes, et les auteurs sont divisés même sur des questions fondamentales concernant l'embryogénie de ces Vertébrés. C'est ainsi, par exemple, que l'origine et la formation des divers feuillets embryonnaires, et notamment du feuillet

inférieur ou muqueux, sont très-imparfaitement connues. On peut réduire à deux principales les opinions émises sur ce point. D'après la première, celle de Lereboullet, à laquelle je rattache la manière de voir de Kupffer, il se forme sous le blastoderme proprement dit, c'est-à-dire sous la partie du disque qui se segmente, une couche reposant immédiatement sur le globe vitellin et distincte, par ses caractères physiques et son mode de développement, du blastoderme fragmenté; Lereboullet, qui donne à cette couche le nom de *feuillet muqueux*, ne l'a toutefois observée qu'à son origine, et il nous laisse ignorer la part qu'elle prend à la formation du tube digestif; le professeur Kupffer, de son côté, ne se prononce pas d'une manière parfaitement nette sur la destination de sa *zone nucléaire*, et ce n'est qu'avec doute qu'il considère cette zone comme pouvant donner naissance au feuillet blastodermique inférieur ou glandulaire. D'après la seconde opinion, mise en avant par le Dr Rieneck, opérant sous la direction du professeur Stricker, on trouve sur le plancher de la cavité de segmentation une rangée de grosses cellules issues du fractionnement proprement dit, et l'analogue de la couche récemment décrite par Peremeschko, Oellacher et Stricker dans l'œuf du poulet; cette rangée cellulaire se continue à la périphérie avec une double rangée de cellules semblables appartenant à la portion épaissie du blastoderme où se forme l'embryon. Cette double rangée cellulaire donne naissance aux feuillets moyen et muqueux, tandis que la rangée polaire ou centrale, qui correspond à l'endroit du futur sac vitellin, finit par disparaître. Les descriptions et les figures de Rieneck sont faites d'après des coupes d'œufs durcis de Truite.

» Nos propres observations sont aussi fondées sur l'étude de coupes microscopiques; mais, loin de confirmer les résultats de Rieneck, elles se rapprochent, au contraire, singulièrement de ceux obtenus par le professeur Kupffer et surtout par Lereboullet. Voici ce que nous apprend l'examen de coupes transparentes pratiquées dans le sens des méridiens de l'œuf arrivé à la fin de la segmentation : la calotte blastodermique se compose de deux parties parfaitement distinctes, une supérieure, représentée par les cellules issues du fractionnement du disque et qui entourent la cavité de segmentation; *les cellules qui constituent le fond de cette cavité présentent absolument les mêmes caractères que celles de la voûte;* l'autre partie de la calotte blastodermique est formée par une couche d'une forme et d'un aspect particuliers, qui ne prend point part au fraction-

nement; nous la désignerons, à cause de sa situation entre le blastoderme segmenté et le globe vitellin, sous le nom de *couche intermédiaire*. On peut distinguer, dans cette couche, une partie périphérique épaisse et une partie centrale mince. Sur les coupes méridionales de l'œuf, la partie périphérique épaisse (bourrelet périphérique) affecte une forme triangulaire et représente une sorte de coin enchâssé entre le globe vitellin et le disque segmenté. Prise dans son ensemble, la partie périphérique peut être considérée comme un prisme recourbé en anneau et reposant par une de ses faces sur le segment supérieur du globe vitellin; la face externe du prisme, celle qui regarde en dehors, est libre. La face supérieure reçoit la portion périphérique du germe segmenté. La partie centrale de la couche intermédiaire réunit les deux angles internes de l'anneau prismatique sous forme d'une mince lamelle séparant le germe segmenté du globe vitellaire. Cette lamelle intermédiaire se forme-t-elle d'emblée en même temps que la partie périphérique annulaire, ou bien s'étend-elle insensiblement de cette partie périphérique vers le centre? Je crois cette dernière supposition la plus probable, si je considère que, sur certains œufs appartenant aux stades les plus jeunes que j'ai eu l'occasion d'examiner, il m'a été impossible de découvrir, dans une certaine étendue de la zone polaire supérieure, aucune trace de la couche intermédiaire. Plus tard, la lamelle centrale est complète, *constitue le feuillet interne ou muqueux du blastoderme et accompagne ce dernier dans son développement autour du globe vitellin*. Mais la couche intermédiaire ne se distingue pas seulement par sa forme spéciale : elle présente aussi une structure caractéristique qui empêche, au premier aspect, de la confondre, soit avec les cellules du germe segmenté qui la recouvre, soit avec le vitellus nutritif sous-jacent. Elle se compose, en effet, d'un protoplasme à granulations nombreuses, plus volumineuses que celles qui sont renfermées dans les cellules issues de la segmentation, plus petites, au contraire, que celles qui sont contenues dans quelques vésicules du globe vitellin. Fréquemment les granulations se disposent de manière à former une zone plus foncée, plus compacte, parallèle au contour du globe vitellin; les parties en contact avec ce globe et l'angle externe du prisme sont plus pâles et moins riches en granulations. En outre, la partie épaissie de la couche intermédiaire renferme constamment un certain nombre de noyaux et de cellules. Ces éléments n'affectent en général aucune disposition régulière; cependant il m'a paru qu'ils sont plus nombreux dans la zone foncée dont il vient d'être question. Il m'a paru également que les noyaux se rencontrent surtout vers l'angle inférieur de l'anneau prismatique, et que les

cellules ne deviennent apparentes que dans le voisinage de la couche segmentée. Ceci, soit dit en passant, vient à l'appui des observations de Kupffer. Mais les noyaux, aussi bien que les cellules, diffèrent de ceux de cette dernière couche; ainsi les noyaux sont ovalaires plutôt qu'arrondis, à grosses granulations; les cellules d'un plus petit diamètre. Dans la partie centrale amincie, on découvre des noyaux semblables à ceux que renferme le bourrelet périphérique; plus tard, ces noyaux, devenus plus petits, semblent indiquer qu'à ce niveau les cellules se multiplient par division. Quelle est l'origine de la couche intermédiaire? Dans l'œuf des poissons aussi bien que dans celui des Batraciens, la vésicule germinatrice a disparu au moment de la ponte, et le noyau de la première sphère de segmentation est le résultat d'une véritable génération endogène; en d'autres termes, les éléments de la vésicule germinative et des taches germinatives ou nucléoles répandus momentanément dans le protoplasme de l'œuf se sont de nouveau séparés de ce protoplasme; l'œuf, qui était redevenu un cytode, reprend, sous l'influence de la fécondation, la forme cellulaire (1). Chez les Batraciens, les Leptocardiens, les Cyclostomes, les Esturgeons, la cellule nouvelle se segmente tout entière pour former le blastoderme. Le phénomène est un peu plus compliqué chez les poissons osseux; ici, le premier effet de la fécondation n'est pas le retour à la forme cellulaire, mais la séparation du *plasson*, pour nous servir de l'expression d'É. van Beneden, en deux parties distinctes : l'une supérieure, qui se segmente

(1) Voici ce que nous disions en note dans une traduction du premier chapitre de l'Ouvrage du professeur Stricker : *Handbuch der Lehre von den Geweben* : « Il est vrai, comme le dit le professeur Stricker : 1° que l'aspect du *nucleus* de l'œuf fécondé des Batraciens diffère de celui de la vésicule germinative de l'œuf non fécondé; 2° que jusqu'ici on n'a pu observer directement que le noyau de l'œuf fécondé se constitue aux dépens des éléments de la vésicule germinative. Nous croyons cependant qu'on n'émet pas une hypothèse hasardée en disant que le *nucleus* de l'œuf fécondé des Batraciens *n'est autre chose que le noyau primordial (vésicule germinative) plus ou moins modifié, et dont les éléments, un instant mêlés à la masse vitelline, sont venus se reconstituer dans l'hémisphère supérieure de l'œuf sous l'influence de la fécondation.* Ce qui s'observerait ici serait comparable à ce que l'on constate pour l'œuf d'une foule d'animaux inférieurs, où le protoplasme de la cellule-œuf, ou œuf primordial, mêlé un instant au vitellus proprement dit (Protoplasme d'É. van Beneden), se sépare de nouveau de ce dernier, aussi sous l'influence de la fécondation, pour aller former le blastoderme » (*Bulletin de la Société de Médecine de Gand*, 1869, p. 159). A cette époque n'avaient pas encore paru les remarquables *Recherches* d'É. van Beneden *sur l'évolution des Grégarines* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XXXI, 1871), qui fournissent, croyons-nous, un sérieux argument à la thèse que nous soutenons ici.

après la réapparition d'un noyau; l'autre inférieure, d'une dignité moindre, ne prenant aucune part au fractionnement et où certains éléments se différentient pour constituer probablement des nucléoles d'abord, puis des noyaux, autour desquels le protoplasme se délimite en donnant naissance à des cellules. Déjà Lereboullet avait parfaitement observé que le premier effet de la fécondation est la séparation du germe en deux groupes dont le supérieur seul segmente, et le professeur Kupffer a pu constater que les éléments de sa zone nucléaire ne descendent point du germe fragmenté.

» En résumé : 1° sous l'influence de la fécondation, le disque germinatif de l'œuf des poissons osseux se sépare en deux couches : une supérieure, moins riche en granulations vitellines, qui se segmente; une inférieure, très-chargée de granulations, ne prenant aucune part au fractionnement, et dans laquelle les cellules se développent par voie endogène;

» 2° La couche inférieure du disque germinatif fécondé, tout en ne participant pas à la segmentation, fait néanmoins partie du blastoderme; nous ne pouvons donc la comparer, à l'exemple de Lereboullet, au vitellus nutritif;

» 3° Cette *couche intermédiaire*, qui sépare le blastoderme fragmenté du globe vitellin, se compose d'un bourrelet périphérique plus épais et d'une partie centrale mince;

» 4° La couche intermédiaire accompagne le reste du blastoderme dans son développement autour du globe vitellin, sur lequel elle s'étale;

» 5° La *partie centrale mince est l'homologue du feuillet muqueux ou glandulaire.*

» Je ne puis encore me prononcer avec certitude sur le sens du bourrelet périphérique. »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Découverte d'un squelette humain de l'âge du renne, à Laugerie-Basse (Dordogne).* Note de **MM. E. Massenat, Ph. Lalande** et **Cartailhac**, présentée par M. de Quatrefages.

« Le gisement célèbre de Laugerie-Basse, presque en face de la station des Eysies, est constitué par un talus considérable le long de la Vezère, au pied des grands escarpements qui la dominent. Pendant 500 mètres environ, ce talus, élevé de 12 mètres en moyenne au-dessus du lit actuel de la rivière, présente d'innombrables traces du long séjour de l'homme. Mais sur les points nombreux qui n'ont pas été abrités par le surplomb des rochers et là où des sources ont entretenu une trop grande humidité, les ossements

sont à peu près pourris, et les dents et les silex seuls attestent la richesse des foyers, que décèle aussi la coloration toute spéciale des terres.

» Dans l'endroit le mieux préservé de cette immense station, MM. Lartet et Christy et le marquis de Vibraye avaient exécuté jadis, on le sait, des fouilles fructueuses. Depuis six années, un de nous, M. Massenat, poursuit sans se lasser des recherches lentes, mais complètes.

» A partir de l'époque du renne, l'homme a toujours vécu sous ces débris majestueux, mais la principale partie du talus s'est formée pendant la période paléolithique. Malgré des nivellements plus ou moins récents de la surface, des vestiges de ces occupations successives se montrent çà et là : par exemple, ce sont les traces de l'âge du bronze, avec des résidus de creuset et de charmants petits vases en poterie noire très-fine, ornés de dessins géométriques, identiques à quelques-uns de ceux du lac du Bourget; ailleurs, c'est un foyer de l'âge de la pierre polie, avec ses ossements d'animaux actuels, ses lissoirs et poinçons en os, ses haches et surtout ses poteries grossières.

» La poterie, nous saisissons l'occasion de le dire, n'a jamais été trouvée par nous dans les couches franchement intactes de l'âge du renne. Elle accompagne constamment, au contraire, les ossements d'animaux domestiques. Elle est l'œuvre des populations de l'âge de la pierre polie, et sa présence dans un gisement quaternaire est pour nous un signe certain de remaniement; car, il faut le dire, sans songer encore aux conséquences possibles, un abîme trop peu remarqué sépare les civilisations de l'âge de la pierre taillée et de l'âge de la pierre polie; elles n'ont aucun point de contact dans nos pays.

» Les couches quaternaires de l'âge du renne affleurent donc à la surface du talus de Laugerie-Basse. Les fouilles n'offrent pas d'abord de difficultés; les objets les plus beaux, les plus remarquables sculptures et représentations d'animaux ont été trouvés dans ces foyers supérieurs; mais l'explorateur rencontre bientôt des rochers, souvent énormes, détachés de la voûte de l'excavation ou du sommet de l'escarpement. Il doit chercher un passage dans les interstices de ces blocs, qui, par la force de leur chute, se sont enfouis dans les cendres et les terres des foyers inférieurs. Les fouilles sont pénibles dans ces galeries souterraines; elles sont dangereuses, difficiles et demandent des mains exercées.

» On peut descendre ainsi, comme l'a fait sur plusieurs points M. Massenat, jusqu'au niveau actuel des plus grandes crues de la Vezère, sans sortir des foyers de l'âge du renne; d'où l'on doit tirer cette consé-

quence, que la vallée était déjà à cette époque dans son état actuel. Il ne paraît pas que la rivière ait recouvert ni remanié les foyers inférieurs; tandis que, dans la grotte du Moustier, à quelques kilomètres en amont et *à 24 mètres* au-dessus du lit actuel, la couche archéologique, renfermant des silex semblables à ceux de Saint-Acheul et les ossements d'une faune antérieure au grand développement du renne, se trouve divisée en deux, par un lit de sable dont la nature et la position démontrent qu'il a été déposé par les eaux.

» Les sauvages de l'âge du renne proprement dit se sont donc installés, à un moment donné, au bord de l'eau, sous les grands abris de Laugerie, et c'est alors que des éboulements considérables se sont produits à des intervalles de temps à coup sûr fort longs. C'est au moins la conviction des personnes qui examinent la puissance des couches ossifères. Les sauvages ont, après chaque chute de rochers, repris possession du sol exhaussé; ils n'ont pas cherché à le niveler, et ils ont, au contraire, profité des intervalles des blocs pour y rallumer leurs feux.

» Une fois au moins, nous venons de le constater, un des leurs fut victime de l'éboulement.

» Au dessous d'une bergerie que l'on remarque sur le talus, dans la direction de la gorge d'enfer et derrière elle, une assise assez superficielle de $1^m,25$ d'épaisseur avait été soigneusement exploitée. Parmi les objets qu'elle avait livrés, silex, os et bois de renne travaillés, nous signalerons : 1° deux charmantes gravures : l'une, sur os, est un jeune renne lancé au galop; l'autre est une tête de cheval, sur bois de renne; 2° trois sculptures en bois de renne : une ébauche de lièvre très-reconnaissable, une tête de renne avec ses bois, un animal aux allures félines fort curieux. Cette couche reposait sur une série de blocs; quelques-uns avaient 5 mètres de longueur et 2 de largeur et d'épaisseur; pour parvenir au-dessous d'eux, il fallut reprendre les fouilles à une certaine distance et faire une étroite galerie; pendant ce travail, on n'a pas cessé de recueillir des ossements et bois de rennes, et de nombreux silex taillés.

» Quand cette galerie est arrivée sous les grands rochers indiqués plus haut, nous avons constaté qu'ils recouvraient une couche de $1^m,20$ d'épaisseur, très-riche en objets et dans laquelle on remarquait des lits de terre brûlée et de charbons. L'horizontalité de ces couches avait été dérangée par le choc et le poids des rochers; mais c'est encore au-dessous d'elles que nous avons découvert un squelette humain.

» La tête était au nord-est du côté de la Vézère, les pieds au sud-ouest

vers le rocher. Il était allongé sur le côté et tout à fait accroupi; la main gauche sous le pariétal gauche, la droite sur le cou; les coudes touchant à peu près les genoux, un pied rapproché du bassin. Les os étaient presque en place; il y avait eu à peine un très-léger tassement des terres; mais la colonne vertébrale était écrasée par l'angle d'un gros bloc, et le bassin était brisé.

» Nous avons pensé que nous avions devant nous les restes d'une victime de l'éboulement sans aucun doute. Elle avait été renversée sur le foyer et s'était en vain repliée pour éviter la chute des rochers; mais finalement ceux-ci et la terre qui accompagne toujours un éboulement l'avaient enseve-lie. Nous ne pouvons admettre que l'on puisse ici parler de sépulture; trop souvent on a cru à des sépultures quaternaires (1); dans le cas qui nous occupe, nous ne pouvons accepter que notre explication.

» Nous avons étudié avec une attention scrupuleuse la situation des objets qui accompagnaient le squelette. Nous avons trouvé une vingtaine de coquilles. D'après la détermination qu'a bien voulu faire M. G. de Mortillet, elles appartiennent à deux espèces différentes : ce sont les deux plus grosses porcelaines de la Méditerranée, *Cypræa pyrum* (Gmel.) ou *rufa* (Lam.) et *Cypræa lurida* (Lin.). Ce qu'il y a d'intéressant, c'est qu'elles étaient disséminées par couple sur le corps : deux couples sur le front, un près de chaque humérus, quatre dans la région des genoux, deux sur chaque pied. Il faut donc écarter l'idée d'un collier ou de bracelets. Ces porcelaines, qui étaient percées par une entaille, devaient orner un vêtement.

» Nous décrirons plus tard le squelette lui-même. Aujourd'hui nous avons voulu seulement signaler à l'Académie cette découverte et les circonstances qui permettent d'apprécier son importance. Situé à près de 3 mètres au-dessous de la surface des foyers de l'époque du renne, au-dessous d'une assise de rochers qui pendant toute cette période quaternaire avaient soustrait à toute atteinte ce qu'ils recouvraient, son âge ne peut être un seul instant douteux ; en cela il se distingue de la plupart des squelettes humains plus ou moins entiers que l'on regarde comme quaternaires et que l'âge de la pierre polie peut sans doute revendiquer. »

---

(1) *Voir* la Note : *Sur la grotte d'Aurignac*, par MM. Cartailhac et Trutat (*Comptes rendus*, 31 juillet 1871).

GÉOGRAPHIE. — *De l'enseignement de la géographie dans nos écoles primaires.* Note de M. P. DE ROUVILLE.

« Qui ne reconnaît aujourd'hui l'importance de la géographie? Qui ne rougit de notre ignorance? Qui ne voudrait la conjurer? Le gouvernement s'en préoccupe, des commissions s'organisent, divers moyens sont proposés. Il en est un laissé dans l'ombre : c'est l'enseignement de la géographie dans nos écoles par la connaissance de la géographie de la commune.

» Toute chose, pour être apprise, doit provoquer l'intérêt de ceux auxquels elle s'adresse. Or un grand nombre de peuples sont appelés à émigrer dans des régions lointaines, soit pour satisfaire leurs nécessités commerciales, soit pour trouver les moyens de vivre, que la pauvreté de leur sol leur refuse. La géographie ne saurait leur rester indifférente : les émigrants veulent savoir où ils trouveront ce qu'ils cherchent; leurs familles, qui demeurent, veulent les suivre de la pensée. A cause de notre situation continentale et de la richesse de notre sol, nous vivons sur place et n'émigrons pas : de là notre regrettable mais instinctive insouciance pour les notions géographiques.

» L'heure est venue de la secouer. Comment? En refaisant notre éducation par l'enfance et l'école. Par quelle méthode? Par l'application, à des notions plus générales, de notions spéciales et locales que l'enfant possède sans les avoir apprises et sans en avoir conscience.

» L'enfant de nos communes rurales (et c'est le plus grand nombre) se trouve en quelque sorte, par la pauvreté de son hameau, l'éloignement de l'école et de l'église, et aussi par son humeur vagabonde, dans la condition de l'émigrant qui doit aller plus ou moins loin chercher des ressources pour ses besoins de tous les jours; ses jeux l'entraînent, loin du foyer, sur le bord des ruisseaux, où la pêche l'attire; par monts et par vaux, pour dénicher les nids. Il n'est, par le fait, étranger à aucun des éléments de géographie physique que la géographie a mission de lui enseigner; seulement il est, par l'enseignement ordinaire, transporté trop brusquement dans des régions trop spacieuses ou trop lointaines. Le maintenir dans son horizon familier, lui faire raisonner toutes les sensations perçues par tous ses sens à la fois, lui faire toucher du doigt chacun des objets du dehors correspondant à chacune d'elles, ne serait-ce pas procéder plus logiquement et bénéficier, pour son plus grand profit, du principe si fécond qui veut que l'on procède du connu à l'inconnu?

» A cet effet, on recommande à l'attention des corps constitués les propositions suivantes, que l'on se contente d'énoncer :

» 1° Toute école du département sera pourvue d'une carte communale. Pour cela, il sera fait par l'instituteur un calque de la carte d'assemblage du cadastre de la commune. Cette carte sera tenue très-exactement au courant des modifications survenues dans la commune depuis l'exécution du cadastre, dans les chemins et les constructions, sur le bord des chemins ou en pleine campagne. 2° L'instituteur sera invité à déduire de l'inspection et de l'étude de la carte communale toutes les notions générales de la géographie, pour laquelle ladite carte fournira un exemple local : différentes inégalités (collines, coteaux, plaines, montagnes, versants, partage des eaux); cours d'eaux (affluents, rives); situation de la maison de la classe dans les rues du village; situation du village dans la commune par rapport aux hameaux, etc. Toute commune étant susceptible de fournir la notion de régions naturelles spéciales, la carte pourra, à l'aide de couleurs le plus possible conformes aux couleurs naturelles du sol, reproduire les parties du sol correspondant à chacune de ces régions (sol cultivable, alluvion). Toute commune fournissant des matériaux naturels utilisés pour certaines destinations, pierres à bâtir, sables, graviers, minerais, etc., l'indication en sera portée avec soin sur la carte. L'instituteur s'élèvera facilement à la notion des plantes cultivées ou naturelles qui croissent de préférence sur chaque sol, et des conditions de sol qui forment les régions naturelles. A la notion de communes, succéderont progressivement les notions de canton, d'arrondissement, de département et de patrie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lueurs polaires observées à Paris dans la soirée du 10 avril.* Note de **M. Chapelas.**

« En général, on pourrait même dire toujours, les phénomènes atmosphériques s'annoncent par quelques signes précurseurs particuliers ; c'est ainsi que les lueurs polaires de la soirée du 10 avril nous étaient annoncées par l'état singulier de l'atmosphère dans la journée.

» En effet, nos registres météorologiques constataient, dès le matin, une brume épaisse autour de l'horizon, qui, s'étendant toujours, couvrait entièrement le ciel et devenait d'une densité telle qu'en plein midi on pouvait, sans être incommodé, considérer fixement le Soleil. Cette brume, sans aucune humidité, légèrement piquante aux yeux, était comme une espèce de brouillard sec. Dès le matin, le vent avait sauté brusquement du

nord au sud, et, depuis la veille, le baromètre, assez élevé, restait stationnaire.

» Le soir, vers $8^h 30^m$, ces vapeurs, ramenées dans des régions plus basses, le courant ascendant n'existant plus, enveloppaient encore l'horizon de Paris, et présentaient au nord toutes les apparences d'une aurore boréale naissante; car ces vapeurs, illuminées par les lumières de la ville, donnaient au ciel une teinte rougeâtre; mais bientôt le phénomène fut modifié.

» $9^h 15^m$. Les vapeurs ont disparu, de véritables nébulosités polaires paraissent, prenant par moment une teinte rouge très-foncée.

» $9^h 25^m$. Un joli rayon d'un beau blanc d'argent s'élève vers le zénith, dépassant la constellation de Cassiopée, ayant ainsi une longueur de près de 40 degrés; mais ce rayon ne persiste pas, il s'efface peu à peu, et les amas diffus de vapeurs rouges reparaissent de nouveau.

» $9^h 30^m$. Ces plaques rouges deviennent verdâtres et s'étendent depuis $\alpha$ de Céphée jusques au delà des pieds de Persée, soit en amplitude 60 degrés.

» $9^h 35^m$. De ces nébulosités, s'échappent tout à coup plusieurs beaux rayons alternativement blancs, rouges et verts. L'aurore, à ce moment, semble s'étendre un peu vers l'est; mais, comme si ces rayons étaient contrariés par les courants du sud qui règnent alors, ils ne prennent ni extension ni intensité, et disparaissent bientôt pour rendre à cette partie du ciel une teinte verdâtre assez uniforme.

» $9^h 45^m$. Le phénomène a disparu; le ciel a repris sa nuance normale. Comme toujours, il existait à l'horizon nord une bande de cirrho-stratus très-légers et nullement éclairés par les lumières de l'aurore; ce qui prouve une fois de plus, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que ce phénomène se passe dans des régions supérieures à celle des cirrhus ou nuages les plus élevés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De la prévision des aurores magnétiques à l'aide des courants terrestres; application à l'aurore du 10 avril par M. Sureau.* Note de **M. Tarry**, présentée par M. Le Verrier.

« Les aurores boréales ou magnétiques étant des phénomènes périodiques qui paraissent être en connexion intime avec l'activité des mouvements de l'atmosphère solaire et avec l'activité du magnétisme terrestre, on s'est demandé si l'observation des taches et protubérances solaires, et celle des courants terrestres qui traversent les fils télégraphiques, ne pour-

raient pas servir d'avant-coureurs permettant d'annoncer à l'avance l'apparition des aurores, de même que la descente du baromètre et les perturbations de l'aiguille aimantée permettent de prévoir l'approche des bourrasques et des cyclones.

» A Palerme, ainsi qu'on l'a déjà fait connaître à l'Académie, l'apparition des aurores magnétiques a pu être en quelque sorte prédite, d'après l'aspect que le Soleil présentait dans la journée (1), par un habile observateur, familiarisé avec les études de spectroscopie céleste; mais, d'une part, il ne peut être donné qu'à quelques astronomes, s'astreignant à faire chaque jour des observations très-délicates, d'arriver à ce résultat; et, d'autre part, la relation qui relie ces deux phénomènes est plutôt connue dans son ensemble que dans ses détails, ce qui ne permettrait pas, dans l'état actuel de la science, d'arriver à la précision désirable.

» Les courants terrestres qui se produisent dans les fils télégraphiques précédant, au contraire, en général, de quelques heures l'apparition des aurores, il semble qu'on ait là un moyen beaucoup plus précis et plus facile d'annoncer à l'avance les aurores magnétiques.

» C'est ce qu'a parfaitement compris et mis en pratique avec succès le Directeur du Bureau télégraphique de Brest, M. Sureau, qui a déjà fait connaître à l'Académie des Sciences les intéressantes observations auxquelles ont donné lieu, sous ce rapport, les aurores magnétiques des 9 novembre 1871 et 4 février 1872 (2).

» La station de Brest, où le câble transatlantique se réunit au fil télégraphique qui joint Paris à l'extrémité ouest du réseau français, est d'ailleurs placée d'une manière exceptionnelle pour donner de pareils avertissements. En effet, les courants terrestres qui se produisent dans les fils télégraphiques à l'approche des aurores magnétiques paraissent surtout dirigés de l'ouest à l'est, et ils sont plus énergiques sur les lignes longues que sur les lignes courtes.

» Le 4 février dernier, les courants continus dans les fils télégraphiques s'étaient produits à Brest dès $2^h 30^m$, et, à 3 heures du soir, toute communication entre cette station et Paris était complétement interceptée. On sait combien a été belle l'aurore qui a suivi.

» Le 10 avril, les mêmes courants continus ont été observés *simultanément* en France et en Amérique dès $1^h 30^m$ du soir. A Saint-Pierre-Miquelon,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 741.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1232, et t. LXXIV, p. 484, 540.

on constatait la présence de courants *très-forts* dans le câble transatlantique, et sur le fil de Brest à Paris on observait un courant *continu* donnant au galvanomètre une déviation de 3 à 5 degrés qui, à 2 heures, atteignait 10 degrés.

» A 5 heures du soir, M. Sureau m'adressa un télégramme qui a été transmis (tardivement) à l'Observatoire de Paris, pour m'informer de ce qu'il observait et m'avertir qu'il y aurait une aurore le soir. Une absence m'empêcha de profiter de l'avertissement; mais s'il existait en France une association d'observateurs attentifs à noter les circonstances lumineuses, magnétiques et spectroscopiques des aurores, de même qu'il existe en Italie une association pour l'observation des phénomènes qui se produisent dans l'atmosphère solaire, les membres de cette association eussent pu être prévenus à temps, et l'aurore qui a été aperçue dans la nuit du 10 au 11 à Thursö, Hernosand, Stockolm et Brest eût pu l'être dans un beaucoup plus grand nombre de stations. C'est un fait qu'il est utile de constater.

» Voici maintenant le détail des observations recueillies à Brest par M. Sureau.

» Dans le câble transatlantique, des courants faibles se produisent de $1^h 30^m$ à 8 heures du soir, le 10 avril. A $8^h 10^m$ le *spot* (nom donné au signal lumineux) oscille et dépasse l'écran qui réfléchit le signal du miroir; le travail devient impossible par intervalles jusqu'à $10^h 5^m$. A partir de ce moment l'interruption devient absolue et se continue jusqu'à $4^h 45^m$ du matin le 11 avril; un faible courant terrestre continue ensuite à subsister pendant une partie de la journée.

» Sur les fils aériens, les courants terrestres se font sentir pour toutes les lignes orientées de l'ouest à l'est : de Brest à Paris, Rennes, le Havre, Saint-Brieuc; sur les autres lignes perpendiculaires à cette direction, l'influence est à peine appréciable.

» Ces courants ont duré de $1^h 30^m$ du soir le 10 jusqu'à $12^h 40^m$ du matin le 12. Pendant tout cet intervalle, les courants ont suivi la même direction de l'ouest à l'est, sans retour inverse. Ils étaient constamment négatifs, sauf à deux ou trois moments. L'intensité, beaucoup moindre qu'au 4 février, correspondait au galvanomètre à une déviation moyenne de 10 degrés.

» Le maximum n'a pas dépassé 20 degrés : il s'est produit le 10 de $5^h 30^m$ à $6^h 10^m$ du soir, intervalle pendant lequel a eu lieu également le courant positif le plus remarquable. C'est la seule fois d'ailleurs qu'il s'est produit une oscillation rapide; on n'a pas observé non plus les ondulations

magnétiques progressives et régulières qui avaient été remarquées pendant les aurores des 9 novembre 1871 et 4 février 1872.

» Ainsi, courants faibles, permanents, et persistant dans le même sens avec une durée très-prolongée (trente-cinq heures), tels sont, d'après M. Sureau, les caractères généraux de cette perturbation magnétique.

» Les phénomènes lumineux ont été les suivants :

» C'est seulement vers 8 heures du soir, le 10 avril, que l'observateur *prévenu* a pu distinguer l'existence de l'aurore, car le crépuscule s'est prolongé assez longtemps, et la lune éclairait aussi cette partie du ciel. A $8^h 15^m$, une lumière aurorale blanchâtre s'accentue au nord-ouest, et devient rapidement d'un blanc vif au nord et au nord-est. A $8^h 45^m$, le ciel s'empourpre au nord-ouest, tandis qu'au nord et au nord-est il est brillamment éclairé par une lumière blanche s'élevant jusqu'à 25 ou 30 degrés.

» A $8^h 55^m$, de légères fusées rougeâtres se montrent au nord-ouest, et, à peu près simultanément, des rayons blancs au nord-est. Ces rayons sont inclinés en éventail, mais avec un vide au milieu; il y a pour ainsi dire deux foyers: l'un au nord-ouest, émettant des rayons rouges et jaunâtres; l'autre au nord-est, émettant des rayons blancs. Ce phénomène se reproduit presque continuellement jusqu'à $11^h 35^m$ du soir.

» Le nombre des rayons est de trois ou quatre à chaque foyer; ils sont inégaux et fugitifs; les bandes sont parfois noyées à leur base et ne paraissent que tronquées. Les rayons blancs ont un éclat parfois assez vif, mais de courte durée; les rayons colorés ont de légères nuances changeant du jaune au pourpre; le rouge d'incendie habituel ne se produit que très-rarement au nord-ouest.

» En résumé, aurore visible de 8 heures du soir à minuit, à Brest; peu brillante, mais avec de nombreux rayons et deux centres distincts d'émanation; à minuit 20 minutes les dernières traces du phénomène ont disparu.

» Notons enfin qu'au 10 avril, comme au 4 février, aucune bourrasque, aucun cyclone n'a précédé, accompagné ou suivi l'apparition dans nos régions de l'aurore magnétique; la situation atmosphérique de l'Europe centrale présentait au contraire un ensemble de fortes pressions barométriques, et dans les deux cas le phénomène a été suivi d'une série de beau temps exceptionnelle. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur les aurores boréales en général, à propos de l'aurore du 4 février dernier.* Extrait d'une Lettre de **M. Heis**, de Munster, en date du 6 avril 1872.

« M. Heis a lu dans les *Comptes rendus*, avec le plus vif intérêt, les nombreux détails qui y ont été consignés sur la brillante aurore du 4 février. Il annonce que cette aurore a été observée avec soin à Münster et généralement en Allemagne. On s'est attaché partout à déterminer exactement la position du point de convergence des rayons (*Wochenschrift*, n^os 7, 8, 9 et 11). A Münster, chaque aurore boréale est observée avec soin ; les détails sont suivis et notés de minute en minute. Afin de déterminer la hauteur ou la parallaxe de ces apparitions, le D^r Heis s'est entendu avec un certain nombre d'observateurs plus ou moins éloignés, qui s'attachent à reporter sur une carte les rayons les plus remarquables, en ayant soin de noter l'heure. On a obtenu de cette manière des résultats fort intéressants. Toutefois, M. Heis s'est assuré, par la discussion de ces données, qu'une distance de 32 kilomètres entre les stations n'est pas suffisante pour faire ressortir une parallaxe sensible dans la position des rayons auroraux.

» Le savant professeur a inséré dans sa Lettre un tableau destiné à mettre en évidence la simultanéité des aurores boréales et australes sur les deux hémisphères, ainsi que des perturbations magnétiques qui les accompagnent. Il s'est appuyé sur des documents qu'il a obtenus de son collaborateur, M. Mœrlin, assistant à l'Observatoire astronomique et physique de Melbourne, en Australie (long., $9^h 30^m 34^s$ E.; lat., $-37°49'55''$).

SIMULTANÉITÉ DES AURORES AUSTRALES ET BORÉALES ET DES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES.

**1870.**

| *Hémisphère boréal.* | *Hémisphère austral.* |
|---|---|
| Janvier, 3, 4. Perturbations magnétiques à Rome. | Janvier, 3, 4. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Janvier, 3. Aurore boréale en Angleterre, France, Italie. | |
| Janvier, 4. Aurore boréale à Wisbech (Angleterre). | |
| Janvier, 8. Aurore boréale à Oxford, Liverpool, Cockermouth et North-Shields. | Janvier, 8. Aurore australe à Adelaïde. |
| Février, 1. Aurore boréale à Münster, Munich, Upsala ($5^h 50^m - 13^h$), Königsberg, Pétersbourg, Stockholm, Cracovie, Calais, Paris, Londres, Easbourne, Wisbech, Boston. | Février, 1. Aurore australe, $7^h 50^m$, à Melbourne. |
| Février, 11. Aurore boréale à Upsala (en Angleterre), York, Hausher, North-Shields. | Février, 11. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Mars, 22. Perturbations magnétiques à Rome, Aarbor, en Angleterre (Little-Wratting), Stonyhurst, York. | Mars, 21. Perturbations magnétiques à Melbourne. |

| | |
|---|---|
| Avril, 5. Aurore boréale en Allemagne (Münster, Bonn, Stettin, Preslin, Munich); en Autriche, en France (Paris), Pétersbourg, Riga, Stockholm, Upsala, Italie, Athènes. | Avril, 5. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques. — L'aurore commença à 7 heures et dura toute la nuit. Le phénomène était très-brillant. |
| Avril, 23. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore à Papenbourg. | Avril, 23. Perturbations magnétiques. |
| Mai, 20. Perturbations magnétiques à Rome et Munich. Brillante aurore boréale à Münster, Mannheim, Paris, Londres. | Mai, 20. Aurore australe à Melbourne, mais faible. Perturbations magnétiques. |
| Juin, 13, 14, 16 et 17. Perturbations magnétiques à Rome (1). | Juin, 13, 14, 16 et 17. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Juillet, 5, 28. Perturbations magnétiques à Rome. | Juillet, 5, 28. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Août, 21. Aurore boréale à Volpeglino, près Tortona (en Italie). | Août, 22. Aurore australe à Melbourne. |
| Août, 3. Perturbations magnétiques à Rome. | Août, 3. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Août, 7. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Upsala. | Août, 7. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Août, 19. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Münster et Dülmen. | Août, 19. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Août, 20. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Münster, Groningen, Leipzig, Upsala, Œsel. | Août, 20. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Août, 21. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Volpeglino, près Tortona. | Août, 21. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| | Août, 22. Aurore australe à Melbourne. |
| Août, 23. Perturbations magnétiques à Rome. | Août, 23. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Septembre, 21. Aurore boréale à Hambourg, Norbourg, Lichtenberg, Schleswig, Upsala, Arnsburg. | Septembre, 21. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques. |
| Septembre, 24. Dülmen, Peckeloh, Niederorschel, Weisenheim, Wolgast, Dantzig, Groningen, Norburg, Eger, Prag, Kremsmünster, Vienne, Stockholm, Moncalieri, Hawkhurst, Londres. Perturbations magnétiques à Kremsmünster et Rome. | Septembre, 24. Aurore australe à Melbourne à 9 heures, brillant à 11 heures. Perturbations magnétiques. |
| Septembre, 25. Aurore boréale à Dülmen, Dantzig, Peckeloh, Weisenheim, Arnsburg, Schleswig, Hambourg, Upsala. | Septembre, 25. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques. |
| Septembre, 26. Aurore boréale à Lichtenberg (près Berlin), Weisenheim, Upsala, Glasgow. | Septembre, 26. Perturbations magnétiques à Melbourne. |

(1) *Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano*, n° 7, vol. X.

| | |
|---|---|
| Septembre, 30. Aurore boréale à Lichtenberg, Upsala. | Septembre, 30. Aurore australe à Melbourne. |
| Octobre, 20. Aurore boréale en Angleterre. | Octobre, 20. Aurore australe à Melbourne. |
| Octobre, 21. Aurore boréale en Westphalie et en Angleterre. | |
| Octobre, 25. Brillante aurore boréale en plusieurs lieux d'Allemagne, de France, de la Russie, de la Suède, d'Angleterre, d'Italie (voir *Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del collegio Carlo-Alberto in Moncalieri*), de la Grèce et de la Turquie. | Octobre, 25. Aurore australe à Melbourne. — Le ciel était presque couvert. Direction sud-ouest et sud-est. |
| Octobre, 26. Aurore boréale à Hambourg, Lichtenberg. | Octobre, 26. Brillante aurore australe après minuit. |
| Octobre, 1. Aurore boréale en Westphalie, Angleterre, Upsala. Perturbations magnétiques à Rome. | Octobre, 1. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Octobre, 15. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Upsala. | Octobre, 15. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Octobre, 24. Perturbations magnétiques très-fortes à Rome. Aurore boréale brillante en Allemagne, Russie, Angleterre, Turquie, Grèce, Sicile. | Octobre, 24. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Novembre, 8. Aurore boréale au *soir* à Schleswig ($9^h 15^m$ ouest de Melbourne). Perturbations magnétiques à Rome. | Novembre, 9. Aurore australe magnifique après minuit jusqu'au point du jour à Melbourne. |
| Novembre, 14, 17 et 18. Aurore boréale en Angleterre. | Novembre, 15, 17, 18. Aurore australe à Melbourne. |
| Novembre, 19. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Münster, Peckeloh, Niederorschel, Schleswig, Upsala, Angleterre. | Novembre, 19. Aurore australe à $9^h 20^m$, pendant tout le soir. |
| Novembre, 20. Perturbations magnétiques à Rome. | Novembre, 20. Aurore australe à Melbourne. |
| Novembre, 22. Perturbations magnétiques à Rome; aurore boréale en Angleterre. | Novembre, 22. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Novembre, 23. Aurore boréale en Angleterre. | Novembre, 23. Aurore australe à Melbourne. |
| Novembre, 24. Aurore boréale à Upsala. Perturbations magnétiques à Rome. | Novembre, 24. Aurore australe à Melbourne. |
| Novembre, 25. Aurore boréale en Angleterre. Perturbations magnétiques à Rome. | Novembre, 25. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Novembre, 27. Aurore boréale à Brünn. | Novembre, 27. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Décembre, 16. Aurore boréale en Westphalie, à Keitum et en Angleterre. | Décembre, 16. Aurore australe à Melbourne tout le soir, jusqu'à 2 heures du matin à Melbourne. |
| Décembre, 17. Aurore boréale à Münster, Putbus, Schleswig, Breslau, Keitum et en Angleterre. | Décembre, 17. Aurore australe tout le soir. |
| Décembre, 22. Aurore boréale à Schleswig. | Décembre, 22. Perturbations magnétiques à Melbourne. |

**1871.**

| | |
|---|---|
| Janvier, 3. Aurore boréale en Amérique septentrionale. Perturbations magnétiques à Rome. | Janvier, 3. Aurore australe à Melbourne, tout le soir. |
| Janvier, 4. Aurore boréale à Upsala. | Janvier, 4. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Janvier, 13. Aurore boréale à Münster, Breslau, Londres, Schleswig, Cologne, en Amérique septentrionale. Perturbations magnétiques à Rome. | Janvier, 13 (11 heures). Aurore australe à Melbourne. |
| Janvier, 6, 10. Aurore boréale en Amérique septentrionale. | Janvier, 6, 10. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Janvier, 15. Aurore boréale à Lovania et en Amérique septentrionale. | Janvier, 15. Aurore australe à Melbourne. |
| Janvier, 20. Aurore boréale en Amérique septentrionale. | Janvier, 20. Aurore australe à Melbourne. |
| Janvier, 19. Aurore boréale à Thursö (Norwége). | |
| Janvier, 21. Perturbations magnétiques à Rome. | Janvier, 21. Aurore australe à Melbourne. |
| Février, 4. Perturbations magnétiques à Rome. | Février, 4. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Février, 9. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Upsala. | Février, 9. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Février, 11. Aurore boréale en Westphalie, à Dorspat-Wolgast, Emden, Keitum, Putbus, en Angleterre, à Upsala. | |
| Février, 12. Aurore boréale à Münster, Putbus, Côslin, Breslau, Moncalieri, Rome, Florence, Volpeglino, Modena, Upsala, Angleterre, Amérique septentrionale. | Février, 12. Aurore australe à Melbourne. |
| Février, 13. Perturbations magnétiques à Rome, Moncalieri. Aurore boréale à Rome (3 heures du matin), Hernosand, Upsala, Amérique septentrionale, Angleterre. | Février, 13. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Mars, 23. Aurore boréale en Westphalie, Wolgast, à Upsala, Clèves, Thursö. Perturbations magnétiques très-fortes à Rome. | Mars, 23. Magnifique aurore australe vue en plusieurs lieux d'Australie, Melbourne, Cidrey, Hobart-Town. Perturbations magnétiques très-fortes. |
| Avril, 1. Aurore boréale à Clèves. | Avril, 2. Perturbations magnétiques à Melbourne. |
| Avril, 11. Aurore boréale en Westphalie. | Avril, 12. Aurore australe très-claire ($5^h 6^m$ du matin). Perturbations magnétiques très-fortes depuis deux jours. |
| Avril, 9 et 10. Aurore boréale en Allemagne et en Italie. Les 9, 10 et 11, perturbations magnétiques à Rome. | |

| | |
|---|---|
| Avril, 17. Magnifique aurore boréale à Stettin toute la nuit et sur l'île Oesel (Russie). Le 18, aurore à Florence, Moncalieri, Palerme, Flensburg, Stettin, Cöslin, Breslau, Leipzig, Upsala, en Angleterre. Perturbations magnétiques à Rome, 17 et 18 avril. | Avril, 17. Aurore australe à 10 heures du soir, magnifique. Perturbation forte le 17, à $6^h 11^m$; le 18, à 4 heures du matin et 7 heures du soir, et le 19 à $2^h 10^m$ du matin. Avril, 19. Aurore australe à Melbourne, $4^h 30^m$ du matin. |
| Avril, 24 et 25. Aurore boréale à Oesel et Upsala. Perturbations magnétiques très-fortes à Rome, 24 avril. | Avril, 25. Aurore australe à Melbourne, 5 heures du matin et $11^h 30^m$ du soir. Perturbations magnétiques les 24 et 25 avril. |
| Avril, 29. Aurore boréale à Upsala. Perturbations magnétiques à Rome, 28 et 29 avril. | Avril, 29. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques. |
| Mai, 8. Aurore boréale à Londres. | Mai, 8. Aurore australe à Melbourne. |
| Juin, 27. Aurore boréale à Oxford. | Juin, 27. Grande perturbation magnétique à Melbourne. |
| Juillet, 15. Aurore boréale à Moncalieri. | Juillet, 15. Perturbations magnétiques à Melbourne. |

M. **Linder** adresse à l'Académie une Note relative à la théorie des aurores polaires.

L'auteur arrive à cette conclusion, que les aurores polaires sont des phénomènes électro-magnétiques, dont le siége principal se trouve dans les régions supérieures de l'atmosphère terrestre, et qui sont, pour ainsi dire, continus.

M. L. **Decharme** adresse un complément à sa Note précédente, sur le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires.

M. **Sacc** adresse, par l'entremise de M. Balard, une Note relative aux divers principes contenus dans les olives mûres.

M. C. **Alban** adresse une Note contenant les résultats d'observations microscopiques sur la précipitation des métaux les uns par les autres.

L'auteur est conduit aux deux conclusions suivantes : 1° toutes les fois qu'un métal est précipité de ses solutions salines par un autre métal, le métal précipité affecte une forme arborescente microscopique, distincte pour chaque métal ; 2° toutes les fois que l'on fait cristalliser un sel, dans des circonstances appropriées, la cristallisation affecte une forme arborescente microscopique, différente pour chaque sel.

M. **Baudet** adresse une Note relative au germe des ferments, des cryptogames, et à leur fécondation.

M. Ch. **Pigeon** adresse une Note concernant l'influence de la combustion du sang dans les capillaires, sur sa pénétration et sa circulation dans le système veineux.

M. **Brachet** adresse une Note sur l'application du chemin de fer mû par des moteurs hydrauliques au transport des voyageurs et des marchandises dans le tunnel de la Manche.

M. **Larrey** présente à l'Académie un ouvrage imprimé en anglais, et portant pour titre : *Rapport sur les baraques et les hôpitaux, avec la description des postes militaires (aux États-Unis)*. Cet ouvrage, contenant des plans topographiques, a été publié par le département de la Guerre, aux États-Unis d'Amérique, et adressé par M. le chirurgien général *Barnes* à M. Larrey, qui en fait hommage à l'Académie.

« Ce livre, dit M. Larrey, est destiné à l'instruction des officiers de l'armée américaine, et comprend un rapport d'ensemble sur les baraques et les hôpitaux, par M. John Billings, chirurgien assistant, avec une série de cent cinquante rapports particuliers, par autant de chirurgiens de l'armée, sur chacun des postes décrits séparément. C'est la géographie médicale complète de ces établissements militaires, et il suffit de jeter un coup d'œil sur la table pour juger de l'étendue de l'œuvre entière.

» Le point essentiel dans ce vaste tableau, la question dominant toutes les autres, c'est l'étude des moyens d'aération des bâtiments de toute espèce, destinés à la troupe, corps de garde, casernes, prisons, ambulances et hôpitaux.

» Les résultats sont proportionnés aux conditions établies, tantôt favorables, tantôt défavorables. Mais je n'aborderai pas ici les difficultés de cette enquête, dont les éléments complexes seront bien mieux jugés par M. le Dr Ely, chef de la statistique médicale auprès du Conseil de santé des armées, dans une analyse encore inédite de cet important ouvrage. Je me contenterai de dire, ou plutôt de rappeler, que l'on ne saurait fournir trop d'appui aux médecins militaires, pour toutes les mesures d'hygiène, préventives des désastreux effets de l'encombrement.

» Le rapport de l'armée américaine nous offre, à cet égard, les résultats les plus frappants sur la mortalité des maladies, à savoir que la réduction

de l'effectif des troupes, depuis l'année dernière, par exemple, en diminuant les causes de l'agglomération des hommes dans les baraques, a diminué proportionnellement la fréquence des décès.

» Ce travail, ayant donc pour but de démontrer les avantages d'une aération suffisante, a été entrepris, exécuté avec beaucoup de soin, et il offre à la fois des documents précis sur les observations météorologiques et sur les relevés statistiques, avec des notions diverses sur la flore et la faune de chaque pays, au double point de vue de l'hygiène militaire et de l'intervention médicale. »

**M. Milne Edwards** présente, de la part de l'auteur, la 3e édition de l'ouvrage intitulé : *Pre-historic times as illustrated by ancient remains*, par sir *J. Lubbock*, vice-président de la Société royale de Londres. Il ajoute que ce livre contient beaucoup d'observations nouvelles et intéressantes relatives aux peuples primitifs, dont l'existence nous est révélée par les restes de divers produits de leur industrie, découverts depuis quelques années dans des terrains meubles plus ou moins anciens.

**M. Chasles** présente à l'Académie les deux Livraisons de novembre et décembre 1871 du *Bulletin des Sciences Mathématiques et Astronomiques*, ainsi que le numéro de janvier 1872, qui commence la troisième année de cette utile publication. Au sujet d'une courte Notice de M. Darboux sur un Traité des courbes du troisième ordre de M. Durège, professeur à l'Université de Prague, M. Chasles appelle l'attention de l'Académie sur les progrès considérables que plusieurs branches des Mathématiques ont faits depuis quelques années, surtout en Allemagne, en Angleterre, ainsi qu'en Italie. « Les nombreuses citations, dit-il, que renferme cet ouvrage, concernant des recherches accomplies à l'étranger, par divers géomètres, suffiraient pour attester ces progrès, et nous faire reconnaître l'insuffisance de notre enseignement supérieur. Et, en effet, cet enseignement est encore à très-peu près tel qu'il a été fondé il y a plus de soixante ans, lors de l'organisation de l'Université et des Facultés. Je suis tellement effrayé des conséquences non douteuses de son insuffisance actuelle (je ne parle ici, bien entendu, que des Mathématiques), que je prends la liberté d'invoquer la sollicitude de l'Académie, et de rappeler que l'an dernier, sur l'initiative de notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville, l'Académie avait reconnu qu'il y avait lieu de se livrer à une étude et à une discussion approfondie sur l'état de l'en-

seignement dans diverses parties des sciences (1). Des propositions même, formulées nettement par notre très-regretté confrère M. Combes, et par M. Dumas, nous avaient été communiquées et devaient être le sujet d'un examen préparé. Malheureusement d'autres travaux incessants, et la pensée, peut-être, que ces questions seraient traitées dans d'autres réunions, ont fait ajourner la reprise de ce projet si important, et sur lequel j'appelle, avec une vive conviction, la participation si légitime de l'Académie.

» Puisque M. le Président veut bien m'engager à laisser trace dans le *Compte rendu* de notre séance du vœu que j'exprime, j'obtempère à ses bienveillantes paroles. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 avril 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Mémoire sur le chauffage et la ventilation du palais du Corps législatif pendant la session de* 1869-1870; *par* M. le Général MORIN. (Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts-et-Métiers*, t. IX, n° 2.) Paris; in-8°.

*Traité élémentaire de Chimie organique; par* M. BERTHELOT. Paris, 1872; vol. in-8°.

*Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par* MM. G. DARBOUX *et* J. HOÜEL. *Table des matières et noms d'auteurs pour* 1870; t. II, novembre et décembre 1871; t. III, janvier 1872. Paris; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

---

(1) Je dois dire que, dans un écrit récent intitulé : *La réforme de l'Enseignement scientifique supérieur*, notre confrère M. Fremy exprime les mêmes vues dans cette phrase : « La désertion des études scientifiques est due aux deux causes suivantes : 1° à l'insuffisance de l'enseignement supérieur; 2° à l'incertitude des carrières que l'on offre aux jeunes savants. Si un remède prompt et efficace, ajoute-t-il, n'est pas apporté au mal que je signale, dans quelques années la décadence scientifique sera malheureusement, en France, un fait accompli. »

*Considérations théoriques sur les échelles de températures et sur le coefficient de dilatation des gaz parfaits; par* M. A. CROVA. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, section des Sciences.*) Montpellier; 1 feuille in-4°.

*Étude sur les chemins de fer de montagnes avec rail à crémaillère.* 1° *Système Riggenbach : chemin de fer du Rigi, chemin de fer d'Ostermundingen;* 2° *système Wetti; par* M. A. MALLET. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils;* 3e série, IVe volume.) Paris; in-8°.

*Bulletin de la Société industrielle de Reims;* 1871, t. VIII, n° 36. Reims et Paris, 1872; in-8°.

*La puissance de l'aile ou l'oiseau pris au vol; classification alaire, avec planches; par* M. LAURENT-DEGREAUX. Paris et Marseille, 1871; in-8°. (Destiné au concours du prix Cuvier pour 1873.)

*La théorie géogénique et la science des anciens; par* l'abbé R.-F. CHOYER. Paris, 1872; in-8°.

*Sur la constitution des spectres lumineux; par* M. LECOQ DE BOISBAUDRAN. (Extrait des *Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure.*) La Rochelle, 1870; in-8°.

*Mémoire sur le mouvement d'un point matériel sur une surface; par* M. P. GUIRAUDET. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille;* année 1871, 3e série, IXe volume.) Lille, 1872; in-8°.

*Note sur le Mémoire lu par M. Becquerel à l'Académie des Sciences le 12 juin* 1871, *sur l'*Origine céleste de l'électricité atmosphérique; *par* M. ALLIOT. Bourges, 1872; br. in-8°.

*Pre-historic times as illustrated by ancient remains, and the manners and customs of modern savages; by* Sir John LUBBOCK. Third edition. Edinburgh, 1872; vol. in-8°.

*The antiseptic system : a treatise on carbolic acid and its compounds; by* Arthur-Ernest SANSOM. London, 1871; vol. in-8°.

*War department, surgeon general's office.* Washington, december 5, 1870. *Circular* n° 4. *A report on barracks and hospitals, with descriptions of military posts.* Washington, 1870; vol. grand in-4°.

*Astronomical observations and researches made at Dunsink, the Observatory of Trinity College Dublin;* first part. Dublin, 1870; grand in-4°.

*Tables of iris computed with regard to the perturbations of Jupiter, Mars and*

*Saturn, including the perturbations depending on the square of the mass of Jupiter; by* Francis BRÜNNOW. Dublin, 1869; grand in-4°.

*Quarterly weather report of the Meteorological office;* part. 3, july-september 1870. London, 1872; grand in-4°.

*The Journal of the Royal Dublin Society,* n° 40. Dublin, 1872; in-8°. (Deux exemplaires.)

*Proceedings of the Royal geographical Society;* vol. XIV, n° 5; vol. XV, n° 5; vol. XVI, n° 1. London; in-8°.

*Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du* D[r] RENARD; année 1871, n[os] 1 et 2. Moscou, 1871; vol. in-8°.

*Studien über die Beziehungen zwischen Wind und Niederschlag nach den Registrir-Beobachtungen in Bern.* Professor Rudolf WOLF. Zurich, 1872; 1 feuille in-4°.

*Sull' ultima ecclisse del 12 dicembre 1871; Nota del* P. Angelo SECCHI. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*, anno 25, sessione III[a] del 18 febbraio 1872.) Roma, 1872; in-4°.

*Riassunto delle osservazioni sulle protuberanze solari e la loro distribuzione fatte all' Osservatorio del Collegio romano nell' anno 1871; del* P. A. SECCHI. (Estratto dal *Nuovo Cimento;* serie 2, vol. V-VI, fasciculo di febbraio 1872.) Pisa, 1872; br. in-8°.

*Degli errori del popolo in medicina e chirurgia. Conferenze del dottore* VITO-ZAPPULLA. Catania, 1871; vol. in-8°.

*Osservazioni delle meteore luminose nel* 1872-1873; G.-V. SCHIAPARELLI, P. F. DENZA. Torino, 1872; trois quarts de feuille in-8°.

---

### PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1872.

*Annales de Chimie et de Physique;* janvier et février 1872; in-8°.

*Annales de l'Agriculture française;* n[os] de février et mars 1872; in-8°.

*Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées;* janvier et février 1872; in-8°.

*Annales du Génie civil;* mars 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* n[os] 9 à 13, 1872; in-4°.

*Annales médico-psychologiques;* mars 1872; in-8°.

*Association Scientifique de France;* Bulletin hebdomadaire, n°s des 3, 10, 17, 24 et 31 mars 1872; in-8°.

*Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.* Rome, 18 febbraio 1872; in-4°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;* t. XXXIII, n° 2, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société Botanique de France;* Revue bibliographique A. 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* février 1872; in-4°.

*Bulletin de la Société de Géographie;* janvier 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société française de Photographie;* n° 2, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse;* juin à novembre 1871; in-8°.

*Bulletin de Statistique municipale;* septembre 1872; in-4°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* n°s des 15 et 30 mars 1872; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 25 mars 1872.)

Page 860, ligne 8, *au lieu de* M. G. Volpicelli, *lisez* M. P. Volpicelli.

(Séance du 1er avril 1872.)

Page 895, ligne 19, *après les mots* ... qui est mise en avant dans ces théories, *lisez :* rien ne l'a constatée, ainsi que le remarque le P. Denza et que je m'en suis assuré moi-même en remontant assez loin en arrière. Du reste, ces théories.....

Page 896, ligne 4, *au lieu de* n'espérait pas, *lisez* ne paraît pas.

Page 938, ligne 2 en remontant, *au lieu de* la vitesse des liquides, *lisez* la nature des liquides.

Page 938, ligne 8 en remontant, *supprimer le mot* encore.

Page 939, ligne 8, *au lieu de* ...; les hauteurs diminuent..., *lisez* ..., les hauteurs diminuant....

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Bertrand, après la lecture du procès-verbal, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Le *Compte rendu* de la dernière séance m'a causé une véritable surprise : un des Membres de l'Académie y continue une discussion commencée en Comité secret.

» C'est avec grande raison cependant que l'Académie évite de rendre public l'examen consciencieux et approfondi qui précède l'élection de ses Membres. Loin de moi la pensée de refuser à M. de Saint-Venant le droit de louer publiquement les travaux qui l'intéressent et de discuter toute question controversable, mais je ne puis admettre qu'à l'occasion des communications du Comité secret il contraigne ses confrères à une discussion qui peut avoir de graves inconvénients. En disant cependant que *quelques personnes* ont aperçu une erreur qui n'existe pas et prêté à un auteur des principes qu'il n'a pas admis, il accuse *ces personnes* d'une légèreté blâmable, et leur reproche clairement d'avoir induit l'Académie en erreur dans une circonstance importante. Je suis une de ces personnes, il est impossible de ne pas le reconnaître ; mes amis MM. Serret et Phillips sont

les deux autres. Nous n'acceptons nullement le reproche qui nous est adressé, et nous démontrerons l'entière vérité de nos assertions dans une discussion aussi prolongée et aussi approfondie que M. de Saint-Venant le désirera; mais il convient, je crois, de rendre à la discussion le caractère qu'elle n'aurait pas dû perdre, en la renvoyant à un prochain Comité secret. »

**M. de Saint-Venant** fait observer que ce n'est pas lui, mais son confrère M. Bertrand, qui divulgue les discussions du Comité secret de mars dernier. Il n'a parlé ni du Comité ni des Membres de l'Académie qui y ont pris la parole. Il n'a accusé aucun savant ni de l'Académie ni du dehors de légèreté, mais il a dit et croit avoir démontré que quelques personnes se sont trompées dans les appréciations dont il a eu connaissance sur la manière dont l'auteur d'un Mémoire imprimé au *Recueil des Savants étrangers* avait présenté des points délicats relatifs à une branche toute nouvelle de la Mécanique, que ses travaux ont fait surgir. Dans la Note de *plasticodynamique* du 15 avril, M. de Saint-Venant, continuant ses précédentes recherches, a donné des solutions analytiques de plusieurs problèmes de mouvement plastique, et montré que l'auteur dont il est question avait trouvé, par des considérations et des suppositions hardies, mais sans les erreurs reprochées, le même résultat dans trois cas. Ce rapprochement devait être fait dans l'intérêt de la justice et de la vérité. »

ASTRONOMIE. — *Sur les études photographiques du Soleil récemment entreprises à l'Observatoire de l'Infant don Luiz.* Note de **M. Faye.**

« M. Joao Capello, directeur du service magnétique à l'Observatoire de Lisbonne, vient de m'envoyer diverses photographies du Soleil, que je m'empresse de mettre sous les yeux de l'Académie, en lui faisant remarquer que l'image, obtenue le 29 février dernier sous un diamètre de 10 à 11 centimètres, est complétement réussie. Les bords sont d'une grande netteté ainsi que les taches et leurs pénombres; les facules qui entourent ces taches sont assez visibles lorsque l'épreuve est éclairée convenablement. Quant aux taches obtenues isolément à une échelle sept fois plus grande, elles sont moins bonnes, bien qu'on y trouve encore des détails intéressants; mais on espère réussir complétement à Lisbonne, en employant un collodion plus rapide, une fente mobile plus étroite et des diaphragmes convenables.

» L'instrument employé a été accordé par le gouvernement portugais à l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du 21 décembre 1870. C'est un équatorial avec mouvement d'horlogerie, dont la lunette, de 2 mètres de distance focale, est munie d'un objectif de Merz, de $0^{m},12$ d'ouverture. Il est installé sous un dôme tournant, auquel un cabinet a été adjoint pour les manipulations. Pour le disque entier, on substitue, à l'oculaire ordinaire, un oculaire négatif assez faible; la fente du châssis mobile est réduite de $0^{mm},7$ à $1^{mm},5$. Pour les taches isolées, on a employé un des oculaires positifs de la lunette; la fente a été portée jusqu'à 10 ou 15 millimètres, et le ressort moteur est plus faible. Ce sont ces derniers arrangements qu'on se propose de modifier.

» Le service journalier de la photographie solaire n'a pas encore été complétement organisé, à cause de l'insuffisance du personnel. Espérons que le gouvernement portugais voudra bien y pourvoir : la beauté du climat de Lisbonne et l'habileté déjà acquise par les observateurs de l'Infant don Luiz permettraient alors au monde savant de compter sur une ample moisson de documents précieux pour l'histoire physique du Soleil. »

PLASTICODYNAMIQUE. — *Sur un complément à donner à une des équations présentées par M. Levy pour les mouvements plastiques qui sont symétriques autour d'un même axe; par* **M. de Saint-Venant.**

« Dans un Mémoire du 7 mars 1870, où se trouvent posées les équations de la dynamique des solides plastiques pour le cas simple de mouvements tous les mêmes dans des plans parallèles restant aux mêmes distances les uns des autres, j'ai fait aux savants, pour traiter les cas plus complexes, un appel auquel a répondu M. Levy par un Mémoire (*) où il donne des équations de mouvements : 1° pour le cas le plus général où il faut employer trois coordonnées rectangles; 2° pour celui où tout reste symétrique autour d'un même axe fixe.

» La troisième des six équations qu'il a posées pour ce cas intéressant de symétrie semi-polaire est

$$(1) \qquad 4T^2 + (N_r - N_z)^2 = 4K^2,$$

(*) Ce mémoire de M. Levy, envoyé le 20 juin 1870, a été seulement présenté, vu les événements, le 14 février 1871, avec un extrait que j'en ai fait pour le *Compte rendu* (t. LXX, p. 1323). M. Liouville a inséré cet extrait, légèrement modifié, avec mon Mémoire de mars 1870, et un *Complément*, à son *Journal*, t. XVI, 1871, p. 308-316 et 369-372-382.

K représentant le coefficient de résistance plastique de la matière du bloc que l'on déforme, $N_r$ et $N_z$ étant les composantes normales des pressions intérieures, en un point quelconque, sur l'unité superficielle de deux facettes perpendiculaires respectivement à son rayon vecteur $r$ et à sa coordonnée $z$ parallèle à l'axe; enfin, T étant la composante tangentielle, dans la direction $r$, de la pression exercée sur une facette perpendiculaire à $z$.

» Une observation qui m'a été récemment faite par M. Tresca, puis, sous une autre forme, par M. Phillips, m'a donné lieu de m'apercevoir que cette équation (1) de condition de mouvements plastiques ne convient que lorsque la plus grande et la plus petite des pressions normales sont dirigées l'une et l'autre dans le plan méridien du point considéré, ce qui n'a pas toujours lieu, et que, pour être complète, elle aurait besoin d'être remplacée par celle-ci, dont elle est un cas particulier :

$$(2)\quad 2K = \text{la plus grande (en valeur absolue) des trois quantités} \left\{ \begin{array}{r} 2\sqrt{T^2 + \left(\frac{N_r - N_z}{2}\right)^2}, \\ N_\omega - \frac{N_r + N_z}{2} - \sqrt{T^2 + \left(\frac{N_r - N_z}{2}\right)^2}, \\ N_\omega - \frac{N_r + N_z}{2} + \sqrt{T^2 + \left(\frac{N_r - N_z}{2}\right)^2}; \end{array} \right.$$

$N_\omega$ représentant (comme au Mémoire de M. Levy) la pression sur l'unité d'une facette faisant partie du plan méridien au point considéré.

» En effet, si, suivant une notation de Coriolis que j'ai souvent employée, $p_{xx}, p_{yy}, p_{zz}, p_{yz}, p_{zx}, p_{xy}$ (les $N_1$, $N_2$, $N_3$, $T_1$, $T_2$, $T_3$ de Lamé ou $N_x$, $N_y$, $N_z$, $T_x$, $T_y$, $T_z$ de M. Levy) sont les six composantes, suivant les $x$, $y$, $z$, des trois pressions normales et des trois pressions tangentielles sur l'unité de trois facettes perpendiculaires à ces trois coordonnées rectangles d'un point, on sait que les trois *pressions principales*, dont une est la plus grande et l'autre la plus petite de toutes celles qui s'exercent au même point, sont les racines ou les valeurs de l'inconnue P, résolvant l'équation du troisième degré

$$(3)\quad \left\{ \begin{array}{l} (P - p_{xx})(P - p_{yy})(P - p_{zz}) - p_{yz}^2(P - p_{xx}) - p_{zx}^2(P - p_{yy}) \\ \qquad - p_{xy}^2(P - p_{zz}) - 2p_{yz}\,p_{zx}\,p_{xy} = 0 \end{array} \right. (*).$$

» Dans le cas de symétrie semi-polaire ici considéré, si l'on dirige $x$

(*) 5e Leçon de Lamé, 1852, p. 58, ou bien 21e des *Leçons de Mécanique* d'après Cauchy, publiées en 1868 par M. l'abbé Moigno, p. 634.

suivant le rayon $r$, et $y$ suivant la tangente au cercle ayant ce rayon, il faut écrire

$$\begin{array}{lcccccc} & N_r, & N_\omega, & N_z, & 0, & T, & 0 \\ \text{pour} & p_{xx}, & p_{yy}, & p_{zz}, & p_{yz}, & p_{zx}, & p_{xy}; \end{array}$$

et l'équation (3), qui se décompose, prend la forme

$$(4)\quad (P-N_\omega)\left[P-\frac{N_r+N_z}{2}-\sqrt{T^2+\left(\frac{N_r-N_z}{2}\right)^2}\right]\left[P-\frac{N_r+N_z}{2}+\sqrt{\phantom{T^2}}\right]=0.$$

» Or le principe de la dynamique de plasticité est, comme j'ai eu plusieurs fois l'occasion de l'énoncer, que la plus grande composante tangentielle de pression en chaque point, ou, ce qui est la même chose, la demi-différence entre la plus grande et la plus petite des composantes normales, soit égale au coefficient spécifique K de résistance plastique. On a donc 2K égal à la plus grande des différences, prises positivement, des racines de l'équation (4), et par conséquent la triple condition (2).

» M. Levy n'en avait posé que la première partie, sans doute pour avoir divisé l'équation générale (3), que l'annulation de $p_{yz}$ et $p_{xy}$ réduit à deux termes, par le facteur

$$P - p_{yy},$$

ce qui le portait à négliger sa racine $P = p_{yy} = N_\omega$ (*).

» Cette racine $N_\omega$ est cependant quelquefois ou la plus grande ou la plus petite des trois, en sorte que c'est quelquefois à la seconde ou à la troisième des valeurs du second membre de l'équation de condition (2), et non pas toujours à la première, qu'il faut égaler 2K.

» C'est ce qui arrive, par exemple, dans le problème traité à la précédente séance (**), d'un anneau ou cylindre creux ductile dilaté ou distendu

(*) Dans le même Mémoire cité, M. Levy, pour le cas général où il faut faire usage de trois coordonnées rectangles $x$, $y$, $z$ et où l'on ne peut résoudre analytiquement l'équation du troisième degré (3), M. Levy y a suppléé habilement en construisant l'équation aux carrés des différences de ses racines, et en mettant $(2K)^2$ à la place de son inconnue, ce qui lui a donné une équation de condition de déformation plastique pouvant être mise (*Journal de Liouville* cité, 1871, t. XVI, p. 370) sous la forme

$$4(K^2+q)(4K^2+q)^2+27r^2=0,$$

où q et r sont des fonctions des six composantes de pression. On voit que l'usage de cette équation de condition générale ne doit être fait qu'avec des précautions et une certaine discussion pour ne pas tomber dans une omission comme celle qui vient d'être signalée.

(**) 15 avril 1872, *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1012.

latéralement par une forte pression exercée intérieurement ou dans son évidement, tandis que les divers éléments de ses bases sont supposés supporter des pressions telles qu'elles conservent leur forme plane et leur distance l'une de l'autre. Alors, comme dans tous les autres cas où le mouvement est le même dans tous les plans parallèles entre eux et dont les distances les uns des autres ne varient pas, la pression sur ces plans leur est partout normale, et a pour valeur *la demi-somme* des composantes normales sur les deux autres plans, perpendiculaires à ceux-ci. Cette pression est, ici, $N_z$, et l'on a en conséquence

$$(5) \qquad N_z = \frac{N_r + N_\omega}{2},$$

d'où résulte

$$(6) \qquad N_r - N_\omega = 2(N_z - N_\omega) = 2(N_r - N_z);$$

en sorte que $N_r - N_\omega$ est la plus grande des différences des pressions, et l'on doit égaler $2K$ à cette différence et non pas à $N_r - N_z$, comme on ferait si l'on se tenait à la première valeur du triple second membre de la condition (2) de mouvement plastique dans le cas de l'anneau déformé comme nous supposons, ou de T nul.

» Cette relation (5) $N_z = \frac{N_r + N_\omega}{2}$ entre les trois pressions normales subsiste lorsque le rayon extérieur R et le rayon intérieur $R_1$ de l'anneau sont supposés extrêmement grands par rapport à leur différence $R - R_1$, et que chaque portion finie comprise entre deux sections méridiennes de petite inclinaison mutuelle se trouve ainsi changée sensiblement en un parallélépipède. En effet, il y a toujours, alors, vu l'invariabilité de la hauteur, une dilatation dans le sens des tangentes aux cercles parallèles, c'est-à-dire dans le sens perpendiculaire aux deux sections dont nous parlons; en sorte que c'est toujours la pression $N_z$, dans la direction de la dimension invariable, qui est moyenne arithmétique entre les deux autres $N_r$, $N_\omega$.

» Il en est autrement, passé certaines limites des rapports entre les données, dans le cas de l'autre problème dont on s'est occupé à la séance du 15 avril, savoir lorsque l'anneau distendu latéralement, par la pression exercée dans l'évidement, a la liberté d'augmenter de hauteur.

» Alors, suivant la solution que nous avons donnée de ce problème, solution qui ne peut être qu'approximative, puisque nous n'avons pu l'obtenir qu'en supposant que la hauteur augmente également à toutes les distances de l'axe, on a vu [équations (15) du 15 avril, p. 1016] :

» 1° Que $N_r - N_\omega$ est la plus grande des différences deux à deux des trois pressions normales, aux points dont la distance $r$ à l'axe est telle que $3r^2 < R^2$, ou $r < 0,577 R$;

» 2° Qu'aux points dont la distance à l'axe excède $0,577 R$, c'est la différence $N_r - N_z$ qui est la plus grande, et par conséquent $= 2K$.

Cette prédominance de $N_r - N_z$ a lieu évidemment partout, quand on suppose que $R$ et $R_1$ sont très-grands par rapport à leur différence $R - R_1$, ou que chaque tronçon de l'anneau, compris entre deux sections méridiennes très-proches, devient sensiblement un parallélépipède. Alors, vu l'invariabilité supposée du rayon extérieur R, la distance de ces deux sections méridiennes est invariable aussi, et la pression $N_\omega$ devient la moyenne $= \frac{N_r + N_z}{2}$ entre les deux autres.

» Les solutions exactes ou approchées de problèmes de déformation plastique, données à la séance du 15 avril, sont donc d'accord avec le Mémoire de M. Levy, de 1870, complété comme on a dit qu'il devait l'être en ce qui concerne la troisième équation du cas de symétrie autour d'un axe (*). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques particularités de la constitution du Soleil.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 22 avril 1872.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie une Note imprimée sur la dernière éclipse observée aux Indes en décembre 1871. Cette Note est

---

(*) La méthode dont je me suis servi pour obtenir la solution, qui est rigoureuse et non pas simplement approchée ou conjecturale, du cas de l'invariabilité supposée de la hauteur de l'anneau, est, au fond, la même que celle que j'ai, en 1853, appelée *mixte* ou semi-inverse dans mes Mémoires sur la torsion et sur la flexion des prismes élastiques (*Savants étrangers*, t. XIV, et *Journal de Liouville*, 1856; ou bien Rapport de M. Lamé du 26 novembre 1853, au *Compte rendu*, t. XXXVII, p. 984). Elle consiste, en effet, faute de savoir déterminer les déplacements lorsque des forces quelconques sont données, à se donner une partie des forces et une partie des déplacements ou de leurs conditions, et à déterminer ce que doit être le reste ou ce qu'on ne se donne pas. Nous nous sommes donné, en effet, pour l'anneau, une pression constante $p$ sur la surface courbe extérieure, et des déplacements astreints à n'être que parallèles aux bases; et nous avons déterminé ce que devait être une pression $p_1$ aussi supposée constante, agissant sur la surface intérieure, ainsi que les pressions variables sur les bases, pour que cela eût lieu ainsi dans le mouvement plastique. Il est à désirer que l'emploi de cette méthode mixte, qui a servi à des problèmes d'élasticité, soit essayé pour d'autres solutions de problèmes de plasticité, non moins intéressantes et difficiles.

accompagnée d'un dessin des protubérances et de la chromosphère, observées le 11 et le 12 décembre. Cette dernière époque, étant la plus prochaine de l'éclipse, est la plus importante (elle en diffère de huit heures seulement). Le dessin est reproduit à part, avec la copie de ma photographie tirée des cinq qui ont été obtenues par M. Davis, astronome de lord Lindsay. Ce lord a eu la bonté de m'adresser un exemplaire des cinq photographies, et, en outre, une remarquable photographie stéréoscopique qui résulte de la première figure, combinée avec la cinquième. Sans doute, je n'aurais pas osé devancer les réflexions qu'inspirera l'examen de ces résultats, si M. le Président ne venait, tout dernièrement, d'élever des doutes sur la circulation de l'atmosphère solaire que j'ai constatée dans les protubérances les plus élevées. Cette photographie me paraît propre à dissiper les doutes que l'illustre savant a émis sur ma manière de voir.

» Je dois dire d'abord que je suis loin d'admettre dans le Soleil la théorie des vents alizés; entre les vents alizés, tels qu'ils règnent sur la Terre, et une tendance dominante des courants, dans le Soleil, de l'équateur vers les pôles, il y a une très-grande différence. Il s'agit donc de voir si les résultats émis par moi sont un effet d'imagination ou une réalité. Notre illustre Président se borne à citer la première série de mes observations; mais la seconde série, entre la moitié d'août et la fin de décembre, n'est pas moins concluante, et je crois l'avoir déjà insérée dans les *Comptes rendus*. Dans cette série, qui embrasse quatre-vingt-un jours d'observations objectives, j'ai trouvé 477 protubérances inclinées franchement : sur celles-ci, 370 sont conformes et 101 contraires à la loi; 40 sont verticales. Le nombre *total* absolu des protubérances, y compris les plus petites, dans lesquelles on ne peut constater de direction, est 893. On voit donc que la proportion se soutient assez bien.

» Les objections élevées contre cette circulation se réduisent à l'assertion de M. Respighi, qui affirme le contraire. Je regrette de devoir dire que je ne modifierai pas le témoignage de mes yeux, pour l'assertion de qui que ce soit. Mais des raisons assez fortes diminuent beaucoup le poids de cette assertion. D'abord, pour juger de cette direction, il faut avoir un appareil capable de relever la *structure filaire* des protubérances, car sans cela la masse se présente comme un nuage confus, ou comme un arbre. C'est seulement après avoir réussi, avec M. Tacchini, à décomposer les protubérances en filaments, que j'ai pu assurer le sens de la direction des filets qui constituent les protubérances. Or ces filets ne sont pas faciles à voir avec le petit instrument de M. Respighi; et la preuve, c'est qu'il n'a pas constaté cette structure avant M. Tacchini et moi.

» Une seconde raison est que la régularité de ces directions n'est past oujours la même à toutes les époques de l'activité solaire. J'ai déjà remarqué moi-même que, dans les époques de grande activité, et près des taches et des grandes éruptions, cette régularité de direction est profondément troublée. Or, les premières observations de M. Respighi datent, au plus, d'une année avant les nôtres, et ne peuvent, par conséquent, être six fois plus nombreuses; elles appartiennent à une époque de maximum de taches, ce qui entraîne, d'après les principes indiqués, un maximum de protubérances dont la plupart sont irrégulières.

» Que cette prédominance de direction ait échappé à un observateur, ce n'est pas une raison pour la mettre en question, et la science nous présente bien des exemples de faits notoires ayant échappé à des observateurs assez soigneux. Enfin, M. Spoerer l'a constaté aussi de son côté.

» Si le phénomène n'a pas été observé, cela pourrait bien tenir à ce que l'on s'est occupé seulement des protubérances, les dessinant à part, tandis que mon système, qui consiste à les dessiner au bord d'une figure ronde, représentant le disque solaire entier, avait toutes les chances de la faire ressortir, surtout après avoir tracé sur cette figure la ligne de l'équateur et des pôles. Je ferai observer cependant que les lignes, étant tracées après que le dessin était achevé, ne pouvaient nullement préoccuper l'observateur.

» J'ai déjà trois autres rotations solaires qui sont en cours de réduction, et je vois la même règle se vérifier. Mais je répète que cette circulation est très-éloignée de pouvoir être appelée circulation des alizés, car nous n'avons pas encore trouvé les contre-courants qui sont si caractéristiques des alizés.

» Mais qu'il y ait une circulation, et peut-être de cette espèce, on peut le déduire des remarquables photographies de lord Lindsay. Sans prévenir la publication que fera sans doute l'illustre lord, je ne crois pas anticiper sur ses droits en présentant à l'Académie la figure citée, dans laquelle la couronne présente des arcs curvilignes tellement prononcés, qu'on ne saurait les attribuer qu'à une circulation. Je n'entrerai pas dans les détails; l'Académie jugera de la figure.

» Je dois seulement faire remarquer que ces photographies expliquent une multitude de descriptions des observateurs précédents, qui étaient de nature à suggérer le soupçon d'illusion. Je citerai, par exemple, la fameuse figure de M. Liais, qui était si extraordinaire, avec ses espèces de feuilles; or ces feuilles se voient très-nettement dans la figure stéréoscopique de lord Lindsay, aux places principales indiquées par M. Liais, avec des différences qui sont insignifiantes. Les arcs curvilignes sont si prononcés,

qu'on les voit même dans la photographie sur papier, tirée au moyen de la première photographie sur cristal; cependant il n'y a aucune comparaison entre ses détails et ses contours, et la netteté avec laquelle on voit les courbures dans les photographies sur cristal, vues par transparence.

» Un autre résultat est acquis à la science par cette éclipse : c'est la confirmation, faite par M. Maclear et quelques autres, de la belle observation de M. Young, qu'au-dessus de la photosphère, à la base de la chromosphère, il existe une couche, où la plus grande partie des raies de Frauenhofer, sinon toutes, sont renversées. Cette couche, quoique très-mince, est cependant suffisante pour donner l'explication de cette absorption qui constitue la base de la théorie de M. Kirchhoff, quoique sans doute cette épaisseur ne s'élève pas jusqu'à toute l'enveloppe de l'atmosphère solaire, si bien reconnue dans cette éclipse et dans les précédentes.

» L'étendue de l'hydrogène, bien au-dessus de la chromosphère, a été bien constatée par M. Respighi, en employant un moyen spectroscopique semblable à celui qui a été proposé par moi en 1868. (*Voir Comptes rendus*, t. LXVI, p. 402.)

» Je dois enfin remercier notre illustre Président du bon accueil qu'il a fait à notre petite société de spectroscopistes solaires, au sujet de laquelle je crois devoir lui donner quelques éclaircissements. M. le Président désire avoir les photographies des taches, au lieu de dessins. Nous sommes complétement d'accord avec lui : mais c'est là une *question d'argent* pour nous. L'expérience pratique m'a prouvé que ces photographies étaient très-coûteuses ici, où la photographie est un art très-lucratif : nous devons donc nous contenter de dessins.

» Du reste, je crois que pour certains détails, surtout ceux des facules, la photographie est loin d'avoir la sensibilité pratique de l'œil : on ne perd donc pas toute sa peine, comme on le voit sans doute dans les Mémoires que j'ai présentés à l'Académie et, comme on pourra le voir, dans d'autres que je prépare.

» On comprendra encore la nécessité d'une étude comparative des taches et des facules, avec les protubérances, en examinant les questions soulevées entre les membres de l'Académie : c'est pour les éclaircir que l'on a étendu le champ de recherches à des objets qui, au premier abord, paraissent étrangers.

» Du reste, M. le Président me permettra d'être d'un avis différent du sien, lorsqu'il pense que les protubérances sont seulement dues à une agitation de la mince couche chromosphérique. Une longue expérience me prouve qu'elles sont le signal de changements profonds qui s'accomplissent

dans la masse solaire : c'est ce que j'aurai l'honneur de développer dans une autre occasion.

» En revanche, je suis complétement de son avis sur cet autre point, que les émissions particulières sont loin de pouvoir être regardées comme capables d'avoir une influence sérieuse sur la terre et les planètes, en produisant, soit des aurores, soit des perturbations magnétiques dans *chaque circonstance particulière;* je crois cependant pouvoir affirmer que les grandes périodes d'activité solaire peuvent se traduire par des phénomènes terrestres, bien que ce genre d'action ne soit pas facile à interpréter jusqu'ici par la théorie.

» Comme tous ces points pouvaient être utilement l'objet d'une recherche, la société ne s'est pas refusée à faire porter ses investigations sur chacune des questions qui pouvaient lui être suggérées par les différents individus, se réservant de modifier son programme d'après le résultat des observations qui seraient recueillies.

» Nous espérons que le beau climat de l'Italie nous permettra d'obtenir une série à peu près continue d'observations, dont les lacunes pourront être comblées dans les différentes régions. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hypothèse du Soleil aimanté; par* **M. W. de Fonvielle.** (Extrait par l'auteur.)

« L'auteur rappelle que cette hypothèse a été invoquée par plusieurs auteurs de Communications intéressantes relatives à la grande lueur polaire de février dernier. Il fait remarquer que la principale objection faite à cette théorie est la difficulté de rendre compte de la constance du magnétisme terrestre qui semble devoir être assujetti à de véritables inversions annuelles, s'il est vrai qu'il soit produit par des courants développés à la surface du sphéroïde par l'action inductrice du Soleil. En effet, une des causes principales de production de ces courants induits semble être le mouvement de la Terre suivant ses rayons vecteurs. Or, ce mouvement variant à chaque instant de grandeur et deux fois de sens chaque année, on comprend difficilement qu'il ne se manifeste que par l'existence d'une inégalité annuelle dont la valeur absolue est assez faible.

» Mais, appliquant à l'analyse des causes de nature à produire des courants induits les principes dont la légitimité a été établie par Ampère dans

son *Étude des actions électrodynamiques*, l'auteur cherche à prouver qu'on doit surtout tenir compte de l'effet d'induction produit sur la Terre par la rotation du Soleil autour de son axe. Il s'efforce d'établir que cette action doit être beaucoup plus énergique que l'action variable de sens et d'intensité due au mouvement de la Terre elle-même le long des rayons vecteurs. A cette action, constante de sens et d'intensité, viennent s'ajouter les inductions spéciales dues au mouvement diurne et à la rotation de la Terre dans son orbe considérée comme circulaire. Ces deux actions sont également constantes d'intensité et de direction pendant tout le cours de l'année.

» Enfin on doit admettre que les courants induits entretenus par l'action solaire, depuis un nombre indéfini de siècles, ont développé des aimants permanents, répartis d'une façon stable dans l'intérieur de la planète. De plus, les courants telluriques de la nature de ceux que MM. Becquerel ont signalés comme produits par l'action du contact des terres et des mers ont une direction et une intensité également constantes. Beaucoup de causes convergent donc pour réduire le mouvement de la Terre le long des rayons vecteurs à l'état de simple perturbation. »

M. Tripier adresse, pour le Concours des applications médicales de l'électricité, un Mémoire, accompagné de divers autres documents, sur les questions posées pour ce Concours.

(Renvoi à la Commission.)

M. Tabourin adresse une Lettre relative aux pièces qu'il a présentées au Concours des Arts insalubres.

(Renvoi à la Commission.)

M. Brachet adresse une Note relative à l'emploi de la lumière électrique pour l'éclairage d'un tunnel sous-marin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Bertrand présente à l'Académie une nouvelle copie du Mémoire de M. *Massieu*, sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs.

Ce Mémoire, qui était resté entre les mains de M. Bertrand et qui avait été détruit par l'incendie, avait été antérieurement l'objet d'un Rapport

concluant à l'insertion dans le recueil des *Mémoires des Savants étrangers :* ces conclusions avaient été adoptées par l'Académie.

La Commission nommée pour les questions relatives au *grisou* ayant été réduite à deux Membres, par le décès de M. Combes, cette Commission est reconstituée : elle se composera de MM. Élie de Beaumont, Regnault, H. Sainte-Claire Deville, Daubrée.

## CORRESPONDANCE.

**M. le Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter deux Candidats pour la chaire de physique générale et expérimentale du Collége de France, devenue vacante par l'admission à la retraite de M. *Regnault.*

(Renvoi à la Section de Physique.)

**M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse de nouveau le programme des questions qui seront soumises au troisième Congrès séricicole international de Roveredo.

**La Société de Géographie** annonce à l'Académie qu'elle tiendra sa première séance générale de 1872 le samedi 27 avril.

**M. Gosselin, M. Huguier** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les Candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Stan. Laugier.*

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Lettre circulaire de M. *Conte,* fondateur de la Société des Chevaliers-Sauveteurs à Marseille.

ANALYSE. — *Sur les formes réduites des congruences du second degré; par* **M. Camille Jordan.**

« Soit proposée la question suivante :

» *Déterminer le nombre des solutions de la congruence du second degré*

*à m inconnues*

$$a_1 x_1^2 + \ldots + a_m x_m^2 + b_{12} x_1 x_2 + \ldots \equiv c \quad (\text{mod. M}),$$

*où* M *est un entier quelconque.*

» Soit $M = P^\lambda P_1^{\lambda_1}, \ldots, P, P_1, \ldots$ étant premiers. On voit immédiatement que le nombre cherché est égal au produit des nombres de solutions de la même congruence relativement aux modules $P^\lambda$, $P_1^{\lambda_1}, \ldots$. On peut donc admettre, sans nuire à la généralité de la question, que M est une puissance d'un nombre premier, telle que $P^\lambda$.

» La solution de la question dans ce dernier cas s'obtient aisément en ramenant le premier membre de la congruence, par un changement de variables, à une forme canonique plus traitable que la forme générale.

» A cet effet, si P est impair, on fera la transformation de manière à faire disparaître les carrés des variables, ce qui sera toujours possible. Réunissant ensuite celles des variables dont les coefficients sont divisibles par la même puissance de P, et mettant cette puissance en évidence, on mettra la congruence sous la forme

$$P^\alpha \Sigma_\alpha + P^\beta \Sigma_\beta + \ldots \equiv c \quad (\text{mod. } P^\lambda),$$

en posant

$$\Sigma_\alpha = AX^2 + A_1 X_1^2 + \ldots, \quad \Sigma_\beta = BY^2 + B_1 Y_1^2 + \ldots, \quad \ldots,$$

$X, X_1, \ldots, Y, Y_1, \ldots$ étant les nouvelles variables, et $A, A_1, \ldots, B, B_1, \ldots$ des entiers premiers à P. On peut d'ailleurs faire en sorte que $A_1, \ldots$ se réduisent à l'unité, et A à l'unité ou à un nombre $n$, choisi arbitrairement parmi les non-résidus quadratiques de P. De même pour $B, B_1, \ldots, \ldots$

» Cela posé, le nombre des solutions cherchées dépend des valeurs de $\alpha, \beta, \ldots$, des nombres d'indices respectivement contenus dans les suites $\Sigma_\alpha, \Sigma_\beta, \ldots$, et enfin des valeurs de $A, B, \ldots$. Il s'obtient aisément dans chaque cas particulier.

» Le cas où $P = 2$ est plus compliqué; car il n'est plus possible en général de faire disparaître les rectangles des variables. La congruence aura pour forme réduite la suivante

$$P^\alpha \Sigma_\alpha + P^\beta \Sigma_\beta + \ldots \equiv c \quad (\text{mod. } P^\lambda).$$

Mais les sommes $\Sigma_\alpha, \Sigma_\beta, \ldots$ ne seront plus des sommes de carrés. L'une quelconque d'entre elles, $\Sigma_\alpha$, sera en général de la forme

$$\Sigma_\alpha = S_\alpha + T_\alpha,$$

$S_\alpha$ étant une somme de rectangles, telle que

$$XY + X_1 Y_1 + \ldots,$$

et $T_\alpha$ une fonction d'une ou deux variables ayant l'une des trois formes suivantes :

$$Z^2 + ZU + U^2,$$

$$\left.\begin{array}{l} AZ^2 + BU^2 \\ AZ^2 \end{array}\right\} \begin{array}{l} A \text{ impair} < 8, \\ B \text{ impair} < 4. \end{array}$$

» Il pourra d'ailleurs se faire que $\Sigma_\alpha$ se réduise à $S_\alpha$ ou à $T_\alpha$, l'autre terme $T_\alpha$ ou $S_\alpha$ se réduisant à zéro.

» Si l'on veut que les formes réduites ne soient pas transformables les unes dans les autres par un changement de variable, il faudra assujettir leurs coefficients à quelques nouvelles restrictions :

» 1° Si l'on a $T_\rho = AZ^2$, $T_{\rho+1} = CV^2$, on devra poser $A \equiv 1 \pmod{4}$ ;

» 2° Si $T_\rho = AZ^2$ et $T_{\rho+1} = CV^2 + DW^2$ avec $C + D \equiv 2 \pmod{4}$, on aura $A = 1$ ;

» 3° Si $T_\rho = AZ^2 + BU^2$, $T_{\rho+1} = CV^2$, on aura $A \equiv 1 \pmod{4}$ et $B = 1$;

» 4° Si $T_\rho = AZ^2 + BU^2$ et $T_{\rho+1} = CV^2 + DW^2$, on aura $B = 1$ $A \equiv 1 \pmod{4}$ [et $A = 1$, si $C + D \equiv 2 \pmod{4}$];

» 5° Si $T_\rho = AZ^2$ et $T_{\rho+2} = EV^2 + FW^2$ ou $T_{\rho+2} = EV^2$, on aura $A < 4$;

» 6° Si $T_\rho = AZ^2 + BU^2$, avec $A + B \equiv 0 \pmod{4}$ et $S_{\rho+1} \gtrless 0$, on aura $B = 1$;

» 7° Si $T_\rho = AZ^2 + BU^2$ et $T_{\rho+1} = V^2 + VW + W^2$, on aura $A + B \equiv 0 \pmod{4}$;

» 8° Si $T_{\mu-2} = AZ^2$ ou $= AZ^2 + BU^2$, on aura $A < 4$, $B < 4$;

» 9° Enfin, si $T_{\mu-1}$ n'est pas nul, il sera de la forme $Z^2$ ou de la forme $Z^2 + ZU + U^2$.

» On voit que les caractères de ces formes vraiment réduites forment un système assez compliqué. »

PHYSIQUE. — *Sur le travail interne qui accompagne la détente d'un gaz sans variation de chaleur.* Note de **M. J. Moutier.**

« Les recherches de MM. W. Thomson et Joule ont mis en évidence l'existence du travail intérieur dans le phénomène de l'écoulement des gaz.

La loi de Dulong et Petit, rapportée par M. Clausius aux chaleurs spécifiques absolues, a permis déjà (*) de comparer les quantités de chaleur consommées en travail intérieur par des gaz qui se dilatent sous une pression constante : cette loi fournit également des indications à propos du travail intérieur, effectué par un gaz qui se détend sans variation de chaleur.

» Considérons 1 kilogramme de gaz à la température $t$, sous la pression $p$ et sous le volume $v$. La quantité de chaleur nécessaire pour produire une transformation élémentaire, caractérisée par une variation de volume $dv$ et une variation de température $dt$, est

$$dQ = l\,dv + c\,dt;$$

$c$ désigne la chaleur spécifique sous volume constant, $l$ la chaleur de dilatation, qui a pour expression, d'après le théorème de Carnot,

$$l = AT\frac{dp}{dt} = AT\frac{p\alpha}{1+\alpha t},$$

en désignant par A l'équivalent calorifique du travail, par T la température absolue et par $\alpha$ le coefficient de dilatation du gaz sous volume constant.

» Lorsque le gaz se détend sans variation de chaleur, $dQ = 0$,

$$(1)\qquad AT\frac{p\alpha}{1+\alpha t}dv + c\,dt = 0.$$

» D'un autre côté, la quantité de chaleur $dQ$ nécessaire pour produire une transformation élémentaire se compose, d'après M. Clausius, de trois parties : 1° l'accroissement de chaleur réellement existante à l'intérieur du corps $k\,dt$, en désignant par $k$ la chaleur spécifique absolue, indépendante de l'état physique du corps; 2° la chaleur consommée par le travail externe $A\,p\,dv$; 3° la chaleur consommée par le travail interne $A\,d\lambda$,

$$dQ = k\,dt + A\,p\,dv + A\,d\lambda.$$

» Lorsque le gaz se détend sans variation de chaleur, $dQ = 0$,

$$(2)\qquad k\,dt + A\,p\,dv + A\,d\lambda = 0.$$

» En éliminant $dt$ entre les équations (1) et (2) et en désignant, pour

(*) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 95.

abréger, par $\rho$ le rapport du travail interne au travail externe $\frac{d\lambda}{p\,dv}$, on obtient aisément

$$1+\rho=\frac{k}{c}\times\frac{\alpha\mathrm{T}}{1+\alpha t}.$$

» Si la détente du gaz est accompagnée d'un travail intérieur, $\rho$ est différent de zéro. Pour résoudre la question de l'existence du travail intérieur, il faudrait connaître la chaleur spécifique absolue du gaz, mais jusqu'à présent on n'a pu déterminer d'une manière exacte la valeur de cet élément pour aucun gaz.

» Supposons qu'un second gaz se détende à la même température que le premier. On aura pour ce nouveau gaz, en conservant les mêmes notations, l'expression analogue

$$1+\rho'=\frac{k'}{c'}\times\frac{\alpha'\mathrm{T}}{1+\alpha' t},$$

et par suite

$$\frac{1+\rho}{1+\rho'}=\frac{k}{k'}\times\frac{c'}{c}\times\frac{\alpha}{\alpha'}\times\frac{1+\alpha' t}{1+\alpha t}.$$

» Si l'on désigne par $\varpi$, $\varpi'$ les poids atomiques des deux gaz supposés simples ou les poids atomiques moyens de ces gaz, s'ils sont composés, la loi de Dulong et Petit appliquée aux chaleurs spécifiques absolues donne la relation

$$\varpi k=\varpi' k'.$$

» On déduit de là

$$\frac{1+\rho}{1+\rho'}=\frac{\varpi'}{\varpi}\times\frac{c'}{c}\times\frac{\alpha}{\alpha'}\times\frac{1+\alpha' t}{1+\alpha t}. \tag{3}$$

» Les expériences de M. Regnault fournissent tous les éléments nécessaires au calcul de ce rapport pour un certain nombre de gaz.

» Si ce rapport est égal à l'unité, il faut en conclure que dans la détente des deux gaz le travail interne est au travail externe dans un rapport constant pour les deux gaz; dans ce cas, le travail interne peut être nul d'ailleurs pour les deux gaz. Si le rapport est au contraire différent de l'unité, il faut en conclure que le travail interne est au travail externe dans un rapport variable d'un gaz à l'autre, de sorte que, si le travail interne est nul pour un des gaz, il ne saurait être nul pour l'autre gaz. Une valeur du rapport précédent différente de l'unité entraîne donc l'existence du travail interne dans la détente de l'un des gaz au moins.

» Si l'on compare l'air à l'hydrogène, la valeur du rapport précédent diffère à peine de l'unité, de sorte que l'on ne peut rien conclure relativement à ces deux gaz; il n'en est plus de même si l'on compare l'acide carbonique à l'hydrogène.

» Le poids atomique moyen de l'acide carbonique est $\varpi = \frac{22}{3}$, si l'on prend pour poids atomique de l'hydrogène $\varpi' = \frac{1}{2}$.

» Les coefficients de dilatation sous volume constant sont, d'après les expériences de M. Regnault, pour l'acide carbonique $\alpha = 0,003688$, pour l'hydrogène $\alpha' = 0,003667$.

» La chaleur spécifique sous volume constant $c$ se déduit pour chaque gaz de la chaleur spécifique C sous pression constante et des deux coefficients de dilatation par une relation simple, que M. Clausius a fait connaître (*) :

$$c = C - ATpv \frac{\alpha}{1+\alpha t} \times \frac{\alpha_1}{1+\alpha_1 t},$$

où $\alpha_1$ désigne le coefficient de dilatation sous la pression constante $p$.

» A la température de la glace fondante sous la pression de l'atmosphère $p = 10333^{\text{kil}}$, on a, d'après les expériences de M. Regnault, pour l'acide carbonique

$$v = \frac{1}{1,2932 \times 1,529}, \quad \alpha_1 = 0,003710, \quad C = 0,187,$$

et pour l'hydrogène

$$v' = \frac{1}{1,2932 \times 0,06926}, \quad \alpha'_1 = 0,003661, \quad C' = 3,409.$$

» On déduit de la formule précédente pour les chaleurs spécifiques à volume constant des deux gaz

$$c = 0,141, \quad c' = 2,415.$$

» En désignant par $\rho$ le rapport du travail interne au travail externe dans la détente de l'acide carbonique à zéro sous la pression initiale de l'atmosphère, par $\rho'$ le rapport correspondant pour l'hydrogène, l'équation (3) donne comme résultat final

$$\frac{1+\rho}{1+\rho'} = 1,174,$$

$$\rho = 0,174 + 1,174\rho'.$$

(*) *Théorie mécanique de la chaleur*, traduite par F. Folie, t. I, p. 393.

» On peut donc conclure de la loi des chaleurs spécifiques absolues et des expériences de M. Regnault que, dans la détente de l'acide carbonique, le rapport du travail interne au travail externe est notablement supérieur au rapport correspondant dans la détente de l'hydrogène. »

GÉOMÉTRIE DE SITUATION. — *Solution complète du problème relatif au cavalier des échecs.* Seconde Note de **M. P. Volpicelli.**

« Dans ma première Note (1) j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les bases de la solution du problème dont il s'agit. Je viens aujourd'hui prier l'Académie de me permettre de lui communiquer les formules qui permettent de résoudre complétement ce problème.

» Les courses du cavalier sur l'échiquier sont les unes *partielles*, les autres *totales*, et chacune d'elles se termine lorsque le cavalier, en faisant un pas de plus, devrait revenir sur une case qu'il a déjà parcourue. Dans les courses partielles, le cavalier ne parcourt point tout l'échiquier; il le parcourt tout dans les courses totales. Les premières de ces deux espèces de courses n'ont pas encore attiré l'attention, bien qu'elles soient ellesmêmes autant de solutions du problème.

» On arrive aux formules indiquées par une méthode tout à fait rationnelle, c'est-à-dire sans tâtonnement, sans besoin d'avoir l'échiquier sous les yeux, et indépendamment de sa forme. Appelons $\alpha$, $\beta$ l'abscisse et l'ordonnée de quelque case que ce soit, qui sera indiquée par $(\alpha, \beta)$; de telle sorte que le nombre des courses partielles et totales du cavalier, en commençant par cette case, sera représenté par $\Sigma(\alpha, \beta)$.

» En *premier* lieu, considérons l'échiquier carré, ayant pour côté le nombre pair $2x$ de cases; supposons-le partagé en quatre carrés, ayant chacun un côté de $x$ cases. Par suite de la position symétrique de ces carrés, le nombre $N_{2x}$ des courses en question sera

$$N_{2x} = 4n;$$

$n$ étant le nombre de toutes celles que l'on obtient d'un de ces quatre carrés. Le nombre $n$ s'exprime par les symboles $\Sigma$, en observant que toutes les courses provenant des cases de la diagonale du carré $x^2$ sont en nombre

$$\Sigma(1,1) + \Sigma(2,2) + \Sigma(3,3) + \ldots + \Sigma(x,x),$$

(1) *Comptes rendus*, séance du 2 septembre 1850, t. XXXI, p. 314.

et que les courses provenant de toute autre case du même carré se trouvent placées symétriquement par rapport à la même diagonale. Leur nombre total sera donc exprimé comme il suit :

$$\begin{aligned}
&2\Sigma(1,2)+2\Sigma(1,3)+2\Sigma(1,4)+\ldots+2\Sigma(1,x)\\
&\quad+2\Sigma(2,3)+2\Sigma(2,4)+\ldots+2\Sigma(2,x)\\
&\qquad+2\Sigma(3,4)+\ldots+2\Sigma(3,x)\\
&\qquad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&\qquad\qquad+2\Sigma(x-1,x).
\end{aligned}$$

» Par conséquent on obtiendra

$$(1)\quad\left\{\begin{aligned}
\tfrac{1}{4}N_{2x}=\ &\Sigma(1,1)+\Sigma(2,2)+\Sigma(3,3)+\ldots+\Sigma(x,x)\\
&+2\Sigma(1,2)+2\Sigma(1,3)+2\Sigma(1,4)+\ldots+2\Sigma(1,x)\\
&\quad+2\Sigma(2,3)+2\Sigma(2,4)+\ldots+2\Sigma(2,x)\\
&\qquad+2\Sigma(3,4)+\ldots+2\Sigma(3,x)\\
&\qquad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&\qquad\qquad+2\Sigma(x-1,x)
\end{aligned}\right.$$

» On conclut facilement de cette formule que, dans l'échiquier de $4x^2$ cases, on en devra considérer seulement $\frac{(x+1)x}{2}$, pour arriver à la solution du problème. On conclut encore que le nombre $N_{2x}$ doit être divisible par 8, puisque chaque course doit avoir sa correspondante *inverse*.

» En *second* lieu, si l'on considère un échiquier carré, ayant pour côté un nombre impair $2x+1$ de cases, supposons qu'il soit partagé en quatre carrés, ayant chacun $x$ cases pour côté, et séparés par deux rangées orthogonales de cases, formant une croix grecque. Les nombres respectifs des cases contenues dans les quatre carrés et dans la croix sont $4x^2$ et $4x+1$. Eu égard à la symétrie des cases formant la croix, le nombre des courses provenant de toutes les cases de cette croix sera

$$\begin{aligned}
4[&\Sigma(1,x+1)+\Sigma(2,x+1)\\
&+\Sigma(3,x+1)+\ldots+\Sigma(x,x+1)]+\Sigma(x+1,x+1).
\end{aligned}$$

» Par conséquent le nombre $N_{2x+1}$ des courses provenant de chacune des cases de cet échiquier devra être

$$(2)\quad\left\{\begin{aligned}
N_{2x+1}=N_{2x}+4[&\Sigma(1,x+1)+\Sigma(2,x+1)\\
&+\Sigma(3,x+1)+\ldots+\Sigma(x,x+1)]\\
&+\Sigma(x+1,x+1).
\end{aligned}\right.$$

» Il est facile de voir par cette formule que, dans l'échiquier de $(2x+1)^2$ cases, le nombre de celles considérées pour la solution du problème est seulement $\frac{(x+1)x}{2}+x+1$. Chaque terme de la formule (2) représente un nombre pair de courses, parce que chacune d'elles doit avoir sa correspondante inverse; conséquemment, le nombre $N_{2x+1}$ devra être divisible par 2.

» La condition que doivent remplir les coordonnées, appartenant aux deux cases relatives à un pas du cavalier, est exprimée en calcul par les huit couples d'équations suivantes :

$$\text{I.}\begin{cases}x-x_1=+1,\\ y-y_1=+2,\end{cases}\quad \text{III.}\begin{cases}x-x_1=+1,\\ y-y_1=-2,\end{cases}\quad \text{V.}\begin{cases}x-x_1=-1,\\ y-y_1=+2,\end{cases}\quad \text{VII.}\begin{cases}x-x_1=-1,\\ y-y_1=-2,\end{cases}$$

$$\text{II.}\begin{cases}x-x_1=+2,\\ y-y_1=+1,\end{cases}\quad \text{IV.}\begin{cases}x-x_1=+2,\\ y-y_1=-1,\end{cases}\quad \text{VI.}\begin{cases}x-x_1=-2,\\ y-y_1=+1,\end{cases}\quad \text{VIII.}\begin{cases}x-x_1=-2,\\ y-y_1=-1.\end{cases}$$

» Les valeurs des inconnues $x$, $y$ de ces équations doivent être entières, positives et dans les limites marquées par la forme, quelle qu'elle soit, de l'échiquier. Moyennant ces valeurs, on construit la table directrice des courses du cavalier sur un échiquier quelconque. Cette table est *indispensable* pour exprimer en nombres les symboles $\Sigma$ contenus dans les équations (1) et (2). Pour l'échiquier de soixante-quatre cases, les valeurs des $x$, $y$ doivent être comprises entre 1 et 8 inclusivement. En conséquence, les $x_1$, $y_1$ étant données, on aura, par les huit précédentes équations, la table directrice suivante.

*Table directrice des courses du cavalier, pour l'échiquier de 64 cases.*

| $x_1,y_1$ | $x,y$ | $x,y$ | $x,y$ | $x,y$ | $x,y$ | $x,y$ | $x,y$ | $x,y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,1 | 2,3 | 3,2 | | | | | | |
| 1,2 | 2,4 | 3,1 | 3,3 | | | | | |
| 1,3 | 2,1 | 2,5 | 3,2 | 3,4 | | | | |
| 1,4 | 2,2 | 2,6 | 3,3 | 3,5 | | | | |
| 1,5 | 2,3 | 2,7 | 3,4 | 3,6 | | | | |
| 1,6 | 2,4 | 2,8 | 3,5 | 3,7 | | | | |
| 1,7 | 2,5 | 3,6 | 3,8 | | | | | |
| 1,8 | 2,6 | 3,7 | | | | | | |
| 2,1 | 1,3 | 3,3 | 4,2 | | | | | |
| 2,2 | 1,4 | 3,4 | 4,1 | 4,3 | | | | |
| 2,3 | 1,1 | 1,5 | 3,1 | 3,5 | 4,2 | 4,4 | | |
| 2,4 | 1,2 | 1,6 | 3,2 | 3,6 | 4,3 | 4,5 | | |
| 2,5 | 1,3 | 1,7 | 3,3 | 3,7 | 4,4 | 4,6 | | |
| 2,6 | 1,4 | 1,8 | 3,4 | 3,8 | 4,5 | 4,7 | | |
| 2,7 | 1,5 | 3,5 | 4,6 | 4,8 | | | | |
| 2,8 | 1,6 | 3,6 | 4,7 | | | | | |
| 3,1 | 1,2 | 2,3 | 4,3 | 5,2 | | | | |
| 3,2 | 1,1 | 1,3 | 2,4 | 4,4 | 5,1 | 5,3 | | |
| 3,3 | 1,2 | 1,4 | 2,1 | 2,5 | 4,1 | 4,5 | 5,2 | 5,4 |
| 3,4 | 1,3 | 1,5 | 2,2 | 2,6 | 4,2 | 4,6 | 5,3 | 5,5 |
| 3,5 | 1,4 | 1,6 | 2,3 | 2,7 | 4,3 | 4,7 | 5,4 | 5,6 |
| 3,6 | 1,5 | 1,7 | 2,4 | 2,8 | 4,4 | 4,8 | 5,5 | 5,7 |
| 3,7 | 1,6 | 1,8 | 2,5 | 4,5 | 5,6 | 5,8 | | |
| 3,8 | 1,7 | 2,6 | 4,6 | 5,7 | | | | |
| 4,1 | 2,2 | 3,3 | 5,3 | 6,2 | | | | |
| 4,2 | 2,1 | 2,3 | 3,4 | 5,4 | 6,1 | 6,3 | | |
| 4,3 | 2,2 | 2,4 | 3,1 | 3,5 | 5,1 | 5,5 | 6,2 | 6,4 |
| 4,4 | 2,3 | 2,5 | 3,2 | 3,6 | 5,2 | 5,6 | 6,3 | 6,5 |
| 4,5 | 2,4 | 2,6 | 3,3 | 3,7 | 5,3 | 5,7 | 6,4 | 6,6 |
| 4,6 | 2,5 | 2,7 | 3,4 | 3,8 | 5,4 | 5,8 | 6,5 | 6,7 |
| 4,7 | 2,6 | 2,8 | 3,5 | 5,5 | 6,6 | 6,8 | | |
| 4,8 | 2,7 | 3,6 | 5,6 | 6,7 | | | | |
| 5,1 | 3,2 | 4,3 | 6,3 | 7,2 | | | | |
| 5,2 | 3,1 | 3,3 | 4,4 | 6,4 | 7,1 | 7,3 | | |
| 5,3 | 3,2 | 3,4 | 4,1 | 4,5 | 6,1 | 6,5 | 7,2 | 7,4 |
| 5,4 | 3,3 | 3,5 | 4,2 | 4,6 | 6,2 | 6,6 | 7,3 | 7,5 |
| 5,5 | 3,4 | 3,6 | 4,3 | 4,7 | 6,3 | 6,7 | 7,4 | 7,6 |
| 5,6 | 3,5 | 3,7 | 4,4 | 4,8 | 6,4 | 6,8 | 7,5 | 7,7 |

| $x_1, y_1$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,7 | 3,6 | 3,8 | 4,5 | 6,5 | 7,6 | 7,8 | | |
| 5,8 | 3,7 | 4,6 | 6,6 | 7,7 | | | | |
| 6,1 | 4,2 | 5,3 | 7,3 | 8,3 | | | | |
| 6,2 | 4,1 | 4,3 | 5,4 | 7,4 | 8,1 | 8,3 | | |
| 6,3 | 4,2 | 4,4 | 5,1 | 5,5 | 7,1 | 7,5 | 8,2 | 8,4 |
| 6,4 | 4,3 | 4,5 | 5,2 | 5,6 | 7,2 | 7,6 | 8,3 | 8,5 |
| 6,5 | 4,4 | 4,6 | 5,3 | 5,7 | 7,3 | 7,7 | 8,4 | 8,6 |
| 6,6 | 4,5 | 4,7 | 5,4 | 5,8 | 7,4 | 7,8 | 8,5 | 8,7 |
| 6.7 | 4,6 | 4,8 | 5,5 | 7,5 | 8,6 | 8,8 | | |
| 6,8 | 4,7 | 5,6 | 7,6 | 8,7 | | | | |
| 7,6 | 5,2 | 6,3 | 8,3 | | | | | |
| 7,2 | 5,1 | 5,3 | 6,4 | 8,4 | | | | |
| 7,3 | 5,2 | 5,4 | 6,1 | 6,5 | 8,1 | 8,5 | | |

| $x_1, y_1$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ | $x, y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7,4 | 5,3 | 5,5 | 6,2 | 6,6 | 8,2 | 8,6 | | |
| 7,5 | 5,4 | 5,6 | 6,3 | 6,7 | 8,3 | 8,7 | | |
| 7,6 | 5,5 | 5,7 | 6,4 | 6,8 | 8,4 | 8,8 | | |
| 7,7 | 5,6 | 5,8 | 6,5 | 8,5 | | | | |
| 7,8 | 5,7 | 6,6 | 8,6 | | | | | |
| 8,1 | 6,2 | 7,3 | | | | | | |
| 8,2 | 6,1 | 6,3 | 7,4 | | | | | |
| 8,3 | 6,2 | 6,4 | 7,1 | 7,5 | | | | |
| 8,4 | 6,3 | 6,5 | 7,2 | 7,6 | | | | |
| 8,5 | 6,4 | 6,6 | 7,3 | 7,7 | | | | |
| 8,6 | 6,5 | 6,7 | 7,4 | 7,8 | | | | |
| 8,7 | 6,6 | 6,8 | 7,5 | | | | | |
| 8,8 | 6,7 | 7,6 | | | | | | |

» Les courses *totales* du cavalier peuvent encore s'obtenir *mécaniquement*, sans tâtonnement, et indépendamment de la présence de l'échiquier, par une petite machine très-simple, pourvu que l'on donne une de ces courses *rentrante*. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la réflexion de la chaleur à la surface des corps polis; par* **M. P. Desains.**

« Lorsque, avec des appareils de sel gemme, on forme le spectre de la chaux ou celui du platine incandescent, on trouve, à l'extrémité la moins réfractée de ces spectres, des rayons complétement absorbables par de minces couches d'eau ou même de verre. Ces rayons se réfléchissent à la surface des métaux polis, en proportion beaucoup plus forte que les rayons voisins du rouge; et, par tous ces caractères, ils se rapprochent beaucoup de ceux qui sont émis par le noir de fumée chauffé seulement à 200 ou 300 degrés. Aussi a-t-on depuis longtemps admis que la chaleur émise par les sources obscures est notablement moins réfrangible que la chaleur lumineuse dans son passage à travers le prisme de sel gemme.

» Il y a quelques années, j'ai étudié l'action réfléchissante que le verre et le sel gemme exercent sur les rayons venus d'une source à basse température, et j'ai reconnu que, quand le flux incident était complétement polarisé dans le plan d'incidence, la formule de Fresnel $I^2 = \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)}$ représente exactement la marche du phénomène; $i$ est l'angle d'incidence, toujours lié à l'angle $r$ par la relation $\sin i = n \sin r$. Dans le cas du sel gemme, $n$ est l'indice qui répond aux rayons employés. Il m'a paru devoir être pris égal à 1,49. Dans le cas du verre, la valeur de $n$ qui satisfait aux expériences est $n = 1,7$; mais ici il n'y a plus de mesures d'indice possibles, puisque le verre, sous une épaisseur de $\frac{1}{2}$ millimètre, arrête déjà les rayons employés.

Si toutefois on admet que, dans ce cas encore, $n$ conserve la signification physique ordinaire, il faut en conclure que, dans le verre, les rayons obcurs extrêmes sont incomparablement plus réfractés que les rayons rouges, lesquels sont pourtant bien plus réfrangibles qu'eux dans un prisme de sel gemme.

» Ces faits ont été consignés dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1868. J'ai cru devoir les rappeler aujourd'hui, en les rapprochant des expériences faites depuis dix-huit mois sur la dispersion anormale, et de celles que M. Leroux avait antérieurement publiées sur le même sujet.

» L'étude de la réflexion à la surface des métaux conduit à des conséquences analogues. En étudiant, avec de La Provostaye, la réflexion que la chaleur polarisée éprouve à la surface des métaux, nous avons reconnu que les formules de Cauchy représentent très-bien les résultats que l'on obtient pour les deux positions principales du plan de polarisation.

» Mais, quand on se borne au cas où le plan de polarisation est parallèle à celui de l'incidence, on peut s'assurer que la formule $I^2 = \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)}$ reproduit très-bien les données de l'expérience, l'angle $r$ étant toujours lié à l'angle d'incidence $i$ par la formule $\sin i = n \sin r$, $n$ étant une constante. Seulement les valeurs de $n$ sont très-considérables en général. Pour les rayons voisins du rouge extrême, elles m'ont paru les suivantes : platine $=8$; métal des miroirs $= 8,7$ ; argent $= 20$; enfin $n = 26$ quand il s'agit de rayons émis par le noir de fumée à 300 degrés et se réfléchissant sur le métal des miroirs. Cet accroissement énorme concorde bien avec ce que m'avait déjà donné l'étude de la réflexion sur le verre.

» Dans le cas où les rayons sont polarisés perpendiculairement au plan d'incidence, la formule de Fresnel $I^2 = \frac{\tan g^2(i-r)}{\tan g^2(i+r)}$ ne représente plus la réflexion métallique ni celle des rayons de basse température sur le verre. Mais il suffit de modifier bien peu les considérations desquelles cette formule dérive, pour en obtenir une autre qui représente les phénomènes.

» Que l'on admette, en effet, que la force vive du faisceau réfracté, au lieu d'être égale à la différence de celles qui existent dans le faisceau direct et dans le faisceau réfléchi, diffère un peu de cet excès, et l'on aura alors, entre les coefficients de vibration 1, $v$ et $u$ des trois faisceaux, une relation de la forme

$$(1 - v^2)\cos i \sin r = u^2 \cos r \sin i (1 - \delta),$$

$\delta$ représentant le coefficient du terme correctif. Or je me suis assuré que,

par l'introduction de ce terme, on arrive à une formule finale, représentant bien toutes les expériences que je connais, pourvu que l'on donne à $\delta$ une valeur de la forme $k \operatorname{tang}^2(i-r)$; $k$ est une constante qui dépend de la nature des rayons et de celle du miroir. Quant à la constante $n$, toujours définie par la relation $\sin i = n \sin r$, elle conserve la valeur déduite des expériences faites dans le cas où le plan de polarisation est parallèle à celui de l'incidence.

» La formule finale est la suivante :

$$\frac{\operatorname{tang}(i-r)}{\operatorname{tang}(i+r)} = -1\left[1+\frac{\cos i \sin i\, k \operatorname{tang}^2(i-r)}{\cos i \sin i + \cos r \sin i}\right] + \frac{\cos i \sin i\, k \operatorname{tang}^2(i-r)}{\cos i \sin i + \cos r \sin r}.$$

» J'ai vérifié cette formule entre les incidences 20 et 75 degrés. »

CHIMIE. — *Sur un mode de dosage de cuivre par le cyanure de potassium.* Note de M. DE LAFOLLYE.

« Chargé de nouveau, depuis 1865, par l'Administration télégraphique, de travaux de pénétration d'arbres résineux, suivant le procédé conservateur de M. le Dr Boucherie, j'ai été conduit, à cette époque, à étudier le mode de répartition du cuivre dans le tissu du bois préparé. J'ai dû écarter les méthodes par pesées et préférer le procédé de M. Pelouze, fondé sur l'emploi du sulfure de sodium en liqueur titrée; mais j'ai rencontré dans son usage une difficulté, venant de l'altération que ma solution de sulfure subissait dans les circonstances où j'ai dû l'employer. Elle brunissait très-facilement, et comme le procédé consiste à déterminer le point où l'ammoniure de cuivre est décoloré, on conçoit que la coloration du réactif masquait le moment précis où son action achevait de s'accomplir. Sans essayer de surmonter cette difficulté, j'ai cherché un autre moyen, et j'ai été amené à une méthode exempte de cet inconvénient.

» Lorsque, comme dans la plupart des cas où l'on mélange un sel métallique et un alcali puissant, on verse dans une solution de sulfate de cuivre une solution de cyanure de potassium, il se forme un précipité qui se redissout dans un excès de cyanure alcalin. Il est clair que, dans cette opération, il existe deux points où le cyanure employé est en proportion constante avec le cuivre précipité et redissous. Ma première pensée avait été de me servir du cyanure de potassium comme de liqueur titrée. Le point où le précipité est dissous est assez facile à saisir, mais comme il n'en est pas de même de la fin de la formation du précipité, surtout quand il est abondant, on ne peut pas compter sur un contrôle de la méthode par elle-même, et il

m'a semblé nécesaire de modifier le procédé de manière à obtenir un résultat plus précis. Or, si sur le cyanure de cuivre en suspension on verse de l'ammoniaque au lieu de cyanure alcalin, le précipité est redissous comme précédemment et la liqueur prend une couleur bleue, plus ou moins intense, tandis que, si le précipité a été préalablement redissous par une quantité suffisante de cyanure alcalin, l'addition d'ammoniaque ne colore, en aucune façon, la solution alcaline du cyanure de cuivre.

» Il résulte de cette expérience que le cyanure de potassium a pour le cyanure de cuivre une affinité qui paralyse l'action colorante de l'ammoniaque. De sorte que, si on la répète en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par l'ammoniaque, la solution cuprique énergiquement colorée en bleu doit être complétement décolorée par le cyanure de potassium. C'est en effet ce qui a lieu, et le résultat est si net qu'à la fin de l'opération une goutte d'une solution très-étendue de cyanure fait passer le liquide essayé d'une coloration encore sensible à une décoloration parfaite.

» Une solution de cyanure blanc de potassium peut donc être employée comme liqueur titrée, pour doser très-exactement le cuivre en décolorant son ammoniure. En résumé, bien que je n'y sois pas parvenu directement, le procédé que je propose consiste à remplacer, par le cyanure de potassium, le sulfure de sodium dont se servait M. Pelouze. La présence d'un peu de fer ou de zinc dans le sel de cuivre essayé ne nuit pas à l'exactitude de l'opération.

» Pour préparer la liqueur titrée, on dissout dans l'acide azotique une petite quantité de cuivre pur, 1 gramme par exemple : c'est la seule pesée à faire; on colore la solution par un excès d'ammoniaque, on l'étend d'eau jusqu'à un volume de 100 ou de 1000 centimètres cubes et on la recueille dans un flacon bouché à l'émeri. Dans un autre flacon, on fait une solution de cyanure de potassium. Ensuite, dans un tube gradué, on verse une quantité quelconque de solution cuivrique et on note la division marquée. On ajoute peu à peu la liqueur cyanurée et l'on cesse dès que la décoloration est complète. Si le nombre de divisions correspondant au cyanure ajouté est moindre que celui qui correspond au cuivre, on étend la liqueur cyanurée en conséquence. Si, au contraire, ce nombre est plus considérable, on concentre la liqueur, sauf à l'étendre ensuite. La liqueur est titrée de la manière la plus commode quand le nombre des divisions de l'éprouvette est le même pour le cyanure que pour le cuivre.

» Si l'on a opéré sur une solution de 1 gramme de cuivre pour 100 cen-

timètres cubes de liquide, on obtient une liqueur titrée au centième et que j'appelle par analogie *liqueur centime*. Si la solution cuivrique est à la dose de 1 pour 1000, la liqueur titrée est une *liqueur millime*. C'est celle qui m'a servi dans les analyses que j'ai faites.

» La grande avidité du cyanure de potassium pour l'eau ne permet pas d'évaluer, dans l'air ordinaire, le poids de sel nécessaire pour former la liqueur titrée qu'on désire; mais il est très-facile de l'obtenir comme je viens de l'indiquer, et elle se conserve parfaitement dans un flacon bien bouché. »

CHIMIE. — *Action de l'éther sulfurique sur les iodures.* Note de **M. E. Ferrière.**

« Lorsqu'à la solution d'un iodure, préalablement additionnée d'empois d'amidon, on mélange par agitation une dose d'éther sulfurique, voici ce que l'on observe :

» 1° Si la solution est faiblement concentrée, une partie de l'iode est instantanément mise en liberté : l'empois d'amidon se colore en bleu;

» 2° Si la solution est étendue, la coloration bleue apparaît au bout de deux ou trois heures;

» 3° Si la solution est extrêmement étendue, la coloration bleue n'apparaît qu'au bout de deux ou trois jours.

» 4° Si l'on filtre la solution, pour en séparer l'amidon bleui, et qu'on ajoute une nouvelle dose d'éther et d'empois, la coloration bleue (inclinant vers le violet) reparaît au bout d'un temps plus ou moins long; et ainsi de suite : l'iode finit par être entièrement chassé de sa combinaison.

» Les expériences ont été faites, non-seulement avec les iodures artificiels, mais encore avec des eaux naturellement iodurées. (Par exemple, avec l'eau de Saxon-les-Bains (Valais), l'empois d'amidon s'est coloré en bleu, et la benzine en rose).

» Dans les mêmes conditions, les chlorures et les bromures sont restés inaltérés.

» A quoi attribuer cette action de l'éther sulfurique sur les iodures? Probablement à la formation plus ou moins lente, mais continue, d'un éther iodhydrique ($C^4H^5I$) instable, comme semble l'indiquer la coloration violacée que prend la liqueur. Mais je n'en ai pas la preuve expérimentale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse de l'orcine.* Note de **MM. G. Vogt** et **A. Henninger**, présentée par M. Wurtz.

» L'orcine, la base des matières colorantes des lichens, a été l'objet de nombreux travaux; mais, jusqu'à présent, on n'était pas arrivé à reproduire artificiellement ce composé. Nous avons été assez heureux pour réussir à effectuer cette synthèse, en étudiant l'action de la potasse en fusion sur l'acide sulfoconjugué du toluène chloré.

» Lorsqu'on chauffe au bain-marie le toluène chloré $C^7H^7Cl = C^6H^4ClCH^3$ avec de l'acide sulfurique, il se dissout après quelques heures. Le produit de la réaction renferme deux acides chlorocrésylsulfureux, $C^7H^6\left\{\begin{matrix}Cl\\SO^3H\end{matrix}\right.$, isomères et un excès d'acide sulfurique. Pour enlever ce dernier, on étend le liquide d'eau, et l'on ajoute assez de carbonate de baryum pour neutraliser la totalité de l'acide sulfurique libre, sans saturer les acides sulfoconjugués. On filtre alors, et l'on finit la neutralisation avec une dissolution de baryte caustique. La liqueur neutralisée contient en dissolution les sels barytiques de deux acides isomères, qui diffèrent par leur solubilité, leur forme cristalline et la proportion d'eau de cristallisation. Le moins soluble, l'*α-chlorocrésylsulfite de baryum* $(C^7H^6ClSO^3)^2Ba + 2H^2O$ est en belles lamelles rhombiques incolores; le second sel, beaucoup plus soluble, le *β-chlorocrésylsulfite de baryum* $(C^7H^6ClSO^3)^2Ba + 1\frac{1}{2}H^2O$, est en petits grains cristallins groupés en choux-fleurs; nous n'avons pas pu séparer entièrement ce sel du premier. Le sel de baryum α fournit, par double décomposition avec le sulfate de potassium, l'*α-chlorocrésylsulfite de potassium* $C^7H^6ClSO^3K$, qui cristallise en lamelles nacrées assez solubles dans l'eau froide et dans l'alcool bouillant.

» Il était à prévoir que ce sel, sous l'influence de la potasse en fusion, donnerait un diphénol de la formule $C^7H^6\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$ identique ou isomérique avec l'orcine

$$C^7H^6\left\{\begin{matrix}Cl\\SO^3K\end{matrix}\right. + 2KHO = C^7H^6\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + KCl + SO\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right..$$

L'expérience a montré qu'il se forme, en effet, dans cette réaction, de l'*orcine* présentant tous les caractères de celle que fournissent les acides des lichens.

» On chauffe, dans une capsule d'argent, 1 partie de sel de potassium et 2 parties de potasse caustique jusqu'à fusion; la masse brunit et dégage,

vers 280 à 300 degrés, un gaz que nous avons reconnu être de l'hydrogène pur. Ce dégagement, ayant duré quelques minutes, on arrête l'opération, on dissout la masse dans l'eau, on sursature par l'acide chlorhydrique, et l'on agite avec de la benzine.

» Celle-ci enlève au liquide l'acide salicylique et le crésylol formés en petite quantité dans la réaction, et laisse dans la liqueur aqueuse la presque totalité de l'orcine. Après ce traitement, on agite la liqueur à plusieurs reprises avec de l'éther et l'on soumet à la distillation la solution éthérée; il reste un résidu brun sirupeux qui contient de l'orcine souillée par des matières résineuses et colorées. La purification de cette orcine brute nous a présenté dans le début de grandes difficultés, et, après de nombreuses tentatives infructueuses, nous nous sommes arrêtés au mode suivant.

» Le résidu brun est repris par l'eau, qui sépare une partie des matières étrangères insolubles; on filtre et l'on évapore la solution au bain-marie, dans un courant d'acide carbonique, jusqu'à consistance sirupeuse. Ce sirop étant soumis à la distillation dans le vide, il passe d'abord de l'eau, puis le thermomètre monte rapidement vers 185 degrés; il distille alors entre 185 et 190 degrés un liquide jaunâtre très-épais, qui, à la longue, se solidifie; c'est de l'orcine anhydre qui contient encore une petite quantité de matières insolubles dans l'eau. La solution aqueuse filtrée, évaporée dans le vide, dépose des cristaux blancs d'orcine pure.

» L'orcine ainsi obtenue fond à 57°,1, renferme 1 molécule d'eau de cristallisation (1) qu'elle perd à 100 degrés et présente toutes les réactions colorées de l'orcine des lichens.

» En présence de l'air, l'ammoniaque la transforme en une matière d'un beau rouge violacé qui est de l'orcéine. Sa solution aqueuse donne avec l'eau de brome un précipité de tribromorcine; elle réduit le nitrate d'argent ammoniacal et donne avec le sous-acétate de plomb un précipité blanc

---

(1) 0gr,1945 d'orcine hydratée séchée à 100 degrés ont perdu 0gr,0244 d'eau
0gr,2749 » » » 0gr,0351 »

ce qui conduit à 12,54 et 12,76 pour 100 d'eau; théorie pour $C^7H^8O^2 + H^2O$ : 12,67.

0gr,1701 de matière sèche ont donné 0gr,4173 d'acide carbonique; 0gr,102 d'eau
0gr,2398 » » 0gr,5895 » 0gr,1415 »

ce qui correspond à

| | I. | II. | Théorie pour $C^7H^8O^2$. |
|---|---|---|---|
| C.......... | 66,91 | 67,04 | 67,74 |
| H.......... | 6,66 | 6,55 | 6,45 |

qui rougit à l'air. Elle forme avec l'eau une solution sursaturée, qui ne se solidifie que difficilement; mais, dès qu'on y projette une parcelle d'orcine naturelle, le tout se prend en masse. Les cristaux de l'orcine synthétique sont formés par un prisme *mm* avec la modification $h^1$ très-développée, donnant aux cristaux l'espect de tables; les angles observés sont :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Orcine synthétique | *mm*... | 102° 40′ | Orcine des lichens | *mm*.... | 102° 24′ |
| » | $mh^1$... | 128° 43′ | » | $mh^1$.... | 128° 48′ |

Malheureusement les cristaux ne présentaient pas de sommets, ce qui nous a empêché de déterminer les autres angles.

» L'orcine est soluble dans le chloroforme à chaud; elle se dépose par le refroidissement à l'état hydraté en aiguilles aplaties incolores et d'aspect nacré.

» L'orcine synthétique est donc identique avec l'orcine des lichens et son mode de formation montre qu'elle est un diphénol du toluène $C^7H^6 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right.$, ainsi qu'on l'avait supposé.

» L'orcine est le produit principal de l'action de la potasse sur le chlorocrésylsulfite de potassium; cependant, comme nous l'avons indiqué plus haut, il se forme par une réaction secondaire du crésylol et de l'acide salicylique. L'hydrogène degagé pendant la fusion se substitue au chlore d'une certaine quantité de chlorocrésylsulfite de potassium et le transforme ainsi en crésylsulfite. Ce dernier, comme l'ont montré M. Wurtz et M. Barth, donne, sous l'influence de la potasse fondante, du crésylol et de l'acide salicylique, et ce fait explique la présence de ces deux corps dans les produits de la réaction.

» Nos expériences ont été faites au laboratoire de M. Wurtz, à l'École de Médecine. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les propriétés de divers principes immédiats de l'opium.* Note de **M. Rabuteau**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les beaux travaux de M. Cl. Bernard sur les alcaloïdes de l'opium nous ont appris qu'il existait des différences notables entre ces divers principes expérimentés chez les animaux. Ils ont démontré que trois d'entre eux seulement étaient soporifiques (la narcéine, la morphine et la codéine); qu'ils étaient tous toniques à haute dose et à des degrés divers; qu'ils étaient tous convulsivants, excepté la narcéine. Il était intéressant

d'étudier ces mêmes principes comparativement chez l'homme et chez les animaux, non-seulement au point de vue de leurs propriétés soporifiques et de leur énergie, mais au point de vue de leurs effets analgésiques et anexosmotiques; car nous employons l'opium plus souvent pour calmer la douleur et arrêter les flux intestinaux que pour procurer le sommeil.

» Mes expériences, qui sont au nombre de près de 150, ont été faites sur l'homme sain ou malade, sur les chiens, les lapins et les grenouilles. J'ai étudié non-seulement les six principaux alcaloïdes de l'opium, mais l'acide méconique et la méconine. Ces diverses substances étaient tantôt ingérées dans le tube digestif, tantôt injectées dans le tissu cellulaire sous-cutané.

» *Thébaïne.* — D'après M. Cl. Bernard, la thébaïne est la plus toxique des bases de l'opium chez les animaux. Cette proposition, qui est éminemment vraie, ne s'applique pas à l'homme, qui peut ingérer sans danger 10 et 15 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne. A la suite de cette première donnée, j'ai constaté que cette substance, introduite par la méthode hypodermique, chez des malades atteints de névralgies, était analgésique autant que la morphine. Je me suis assuré qu'elle n'était pas anexosmotique, c'est-à-dire qu'elle n'arrêtait pas la diarrhée. C'est ce que m'avait démontré déjà l'expérience suivante, qui a été faite pour chacun des opiacés. J'ai injecté sous la peau, chez un chien, 5 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne, puis j'ai porté, dans une anse intestinale, une solution de sulfate de soude; or, cette anse, après avoir été remise dans l'abdomen, s'est remplie de liquide, de sorte que le purgatif a agi comme si l'animal n'avait pas été thébaïné. On verra qu'il n'en est pas de même chez un chien morphiné. Enfin, j'ai reconnu que la thébaïne n'était pas soporifique chez l'homme, ce que M. Cl. Bernard avait déjà constaté chez les animaux.

» *Papavérine.* — Cette substance est beaucoup moins active que la thébaïne; 15 centigrammes de son chlorhydrate, introduits sous la peau d'un lapin, 25 centigrammes chez un chien, ne produisent rien. L'homme la supporte très-bien également. Elle n'est soporifique ni chez les animaux ni chez l'homme. Elle n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'intestin et n'arrête pas la diarrhée. Enfin elle est légèrement analgésique.

» *Narcotine.* — Suivant M. Cl. Bernard, la narcotine est la moins toxique des bases opiacées chez les chiens. Il en est de même chez l'homme : 43 centigrammes de son chlorhydrate, ingérés en une fois, n'ont rien produit chez moi. Elle n'est pas ou n'est presque pas analgésique. Elle n'est pas anexosmotique; en effet, dans vingt cas de diarrhée où je l'ai administrée,

elle ne l'a arrêtée qu'une seule fois, ce qu'on peut considérer comme accidentel. Enfin, elle n'est pas plus soporifique chez l'homme que chez le chien. C'est donc une substance presque inerte; toutefois, à très-haute dose, à celle de 3 centigrammes, par exemple, elle produit chez les grenouilles de légères secousses convulsives : c'est la brucine des opiacés.

» *Codéine*. — Cette base est moins dangereuse que la thébaïne et plus dangereuse que la morphine chez les animaux. C'est le contraire chez l'homme. Aux doses de 5 à 10 centigrammes, elle produit de la pesanteur de tête et de la faiblesse dans les membres inférieurs. Elle n'est pas anexosmotique, très-peu soporifique et peu analgésique chez l'homme.

» *Narcéine*. — La narcéine est la plus soporifique des bases de l'opium chez les animaux; mais ce n'est pas à dire pour cela qu'elle soit très-somnifère. En effet, il faut plus de 5 centigrammes de son chlorhydrate injecté sous la peau d'un chien de taille moyenne pour le faire dormir. Elle est beaucoup moins soporifique que la morphine chez l'homme; mais elle ne l'est qu'à haute dose, à celles de 10 à 20 centigrammes, par exemple; mais le sommeil qu'elle procure est calme et réparateur, et le réveil est tout à fait physiologique, tandis que celui de la morphine, lequel est plus profond, ne laisse pas que de produire de la fatigue. Enfin cette précieuse substance est éminemment analgésique, comme je l'ai prouvé par des expériences thérapeutiques dont les résultats ont été exposés l'an dernier devant la Société de Biologie. Elle ne diminue pas l'excrétion urinaire, comme on l'a avancé, mais elle arrête très-bien la diarrhée, moins efficacement que la morphine, qui doit être d'ailleurs employée à des doses beaucoup plus faibles; mais elle n'entrave pas les fonctions digestives : aussi est-elle utile dans les diarrhées des phthisiques.

» *Morphine*. — La morphine est la plus active des bases opiacées chez l'homme, tandis que, d'après M. Cl. Bernard, elle occupe le quatrième rang dans l'ordre toxique chez les animaux. Elle est très-anexosmotique, comme le prouve l'expérience de l'intestinale faite déjà avant moi par M. Moreau, et comme le démontre la pratique médicale. Elle est la plus soporifique des bases de l'opium; mais elle ne paraît pas plus analgésique que la morphine, elle l'est même moins parfois.

» *Acide méconique et méconine*. — Mes expériences démontrent que l'acide méconique est inerte, même à de hautes doses. J'ai injecté 50 centigrammes de cet acide dans le sang chez un chien; j'ai fait prendre à d'autres de 1 à 3 grammes de biméconates de potasse ou de soude, et je n'ai rien observé, si ce n'est que les urines sont devenues neutres ou al-

calines suivant la dose du biméconate ingéré. La réaction de l'acide méconique par le perchlorure de fer était tout à fait nette dans ces mêmes urines. La méconine est également inactive.

» Les alcaloïdes de l'opium peuvent être classés de la manière suivante, d'après leurs effets chez l'homme :

» ORDRE SOPORIFIQUE : *Morphine, Narcéine, Codéine*. Les autres ne produisent pas le sommeil.

» ORDRE D'ACTIVITÉ TOXIQUE : *Morphine, Codéine, Thébaïne, Papavérine, Narcéine, Narcotine*.

» ORDRE ANALGÉSIQUE : *Narcéine, Morphine, Thébaïne, Papavérine, Codéine*. La narcotine ne paraît pas émousser la douleur.

» ORDRE ANEXOSMOTIQUE : *Morphine, Narcéine*. Les autres n'arrêtent pas la diarrhée.

» *Action simultanée des bases de l'opium, du chloroforme et du bromoforme.* — On sait que l'action combinée de la morphine et du chloroforme produit l'analgésie sans que le sommeil soit nécessaire. Or, un chien qui avait reçu sous la peau 5 centigrammes de chlorhydrate de narcéine, et qui avait été endormi ensuite par le chloroforme, ne sentait plus rien à son réveil. On pouvait le pincer, le piquer, lui marcher sur les pattes sans qu'il témoignât la moindre douleur; cependant il marchait, courait même dans le laboratoire. Cet état extraordinaire, dans lequel le système nerveux sensitif était aboli, persista plusieurs heures. J'ai reconnu qu'on arrivait aux mêmes résultats en employant le bromoforme ou le chloral et un autre alcali de l'opium, moins la narcotine, et à des degrés divers.

» Mes expériences physiologiques ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine; les expériences thérapeutiques, dans divers hôpitaux (*Charité*, service de M. Sée; *Pitié*, dans un service dirigé par M. Lancereaux); enfin, dans ma pratique. »

ZOOLOGIE. — *Sur les métis des espèces du Lièvre et du Lapin.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'étude des générations croisées est à juste titre considérée comme ayant une grande importance, pour arriver à préciser la notion de l'espèce. Les conditions de fécondité des produits de ces générations, possibles seulement entre espèces d'un même genre naturel, ont donné lieu à de nombreuses controverses, que l'expérimentation seule était capable de faire cesser. Ainsi, l'idée d'infécondité absolue, corrélative de celle d'hybridité,

ne peut plus être admise comme critérium pour la distinction des espèces. L'expérience a démontré que des individus appartenant à des espèces notoirement distinctes peuvent s'accoupler et donner des suites indéfiniment fécondes. Les métis de Lièvre et de Lapin, dont l'ostéographie fait l'objet de mon Mémoire, en fournissent un exemple des plus intéressants.

» L'existence de ces métis, annoncée en 1858 sans preuves suffisantes, est aujourd'hui certaine. Leur production a été réalisée en avril 1868, à Brétigny-sur-Orge (Seine-et-Oise), par M. Eug. Gayot. Accouplés entre eux depuis lors, ils se sont montrés constamment féconds et leur fécondité ne paraît point s'affaiblir. Dans mon Mémoire, je retrace en détail leur histoire et j'expose les résultats de leur étude crâniométrique et crâniologique, faite sur deux individus que M. Gayot a bien voulu mettre à ma disposition. Ces individus, arrivés à la sixième génération, représentent les deux variétés auxquelles l'auteur a donné les noms de *Léporide ordinaire* et de *Léporide longue-soie*, à cause des différences de leur fourrure.

» De cette étude, il résulte que des deux sortes de métis l'une est absolument identique au Lapin par tous ses caractères spécifiques, l'autre se rapproche du Lièvre sans y être complétement arrivée, mais moins par les formes de son crâne que par ses attributs extérieurs.

» Pour la première sorte, celle du Léporide ordinaire, et dont la caractéristique est entièrement semblable à celle de tous les sujets de provenance moins authentique présentés en diverses occasions, il est évident que, conformément à la loi de réversion bien connue, les métis reproduits entre eux ont opéré leur retour complet à l'espèce ou au type du Lapin, un de leurs ascendants. C'est ce que notre étude rend tout à fait incontestable.

» Pour la seconde sorte, celle du Léporide dit longue-soie, dont la fourrure est celle du Lièvre légèrement modifiée, l'influence de cette loi de réversion ne paraîtra pas moins hors de doute à l'observateur attentif. Il conclura des faits constatés que les métis sont, dans ce cas, en voie de retour vers le type du Lièvre, auquel ils seraient certainement déjà parvenus si leur reproduction s'était effectuée dans les conditions d'existence propre à ce type, c'est-à-dire en état de complète liberté.

» L'observation des faits, dans leur état actuel, permet donc de résoudre la question importante de l'existence ou de la non-existence du type spécifique nouveau qui a reçu le nom de *Léporide*, comme résultant du croisement des espèces du Lièvre et du Lapin, et leur étant intermédiaire. Notre étude démontre que ce type n'existe point et que les sujets nés de ce croi-

sement sont purement et simplement des métis qui, à la façon de tous les autres, oscillent durant un certain temps entre leurs divers types naturels ascendants, pour faire en définitive retour à l'un ou à l'autre. Dans les expériences de M. Gayot, le plus grand nombre s'en est allé résolûment et sans arrêt vers le type du Lapin, tandis que quelques-uns seulement tendaient vers le Lièvre, auquel ils éprouvent quelques difficultés à retourner. Il ne faut pas oublier que tous sont issus du même père, et que la différence si accusée de tous leurs caractères, crâniologiquès ou extérieurs, quand bien même ces caractères ne seraient exactement ni ceux du Lapin ni ceux du Lièvre, suffirait toute seule pour leur faire dénier la qualité d'espèce, la condition indispensable de celle-ci étant l'identité des caractères fondamentaux du type.

» Mais si ces expériences ne permettent point d'admettre la réalité du Léporide, en tant qu'espèce zoologique nouvelle, elles auront eu néanmoins le mérite de lever tous les doutes sur l'existence même des métis résultant de l'accouplement dont il s'agit. Les caractères du Léporide longue-soie, notamment, ne sauraient être autres que ceux d'un métis de Lièvre et de Lapin. Ils suffiraient tout seuls pour attester la réalité du croisement et du métissage qui l'a suivi.

» Pour que la fécondité des produits d'un tel croisement soit indéfinie, il suffit, me semble-t-il, que ces produits soient capables de donner entre eux une première génération. La loi de réversion qui leur est propre ne peut ensuite, par son action infaillible, qu'augmenter leur fécondité, laquelle devient bientôt celle de l'espèce naturelle même. C'est là du moins ce qui s'est toujours manifesté dans les expériences bien conduites. On n'en connaît point dans lesquelles la fécondité se soit affaiblie après avoir été constatée d'une façon non douteuse. Il n'y a dans la science que le fait du mâle hybride d'Hémione et d'Anesse rapporté par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire; mais M. Milne Edwards a montré que ce fait ne mérite aucune créance. Les produits de croisement sont radicalement inféconds entre eux, ou ils sont indéfiniment féconds. Les faits connus portent à penser qu'il n'y a point de moyen terme, précisément à cause de l'intervention de la loi de réversion. Les femelles hybrides peuvent être fécondées par le mâle de l'une des deux espèces qui ont contribué à leur formation. Elles jouissent de la faculté de produire des ovules. Il y en a dans la science d'assez nombreux exemples concernant les Mules. Mais, dans aucun cas, il n'est arrivé que la Mule ait donné naissance à un produit viable.

» Sur la question de savoir à quoi peut être attribuée la différence entre

les produits de croisements radicalement incapables de se reproduire, et ceux qui jouissent notoirement d'une fécondité indéfinie, entre les hybrides et les métis, il y a une probabilité que je demande la permission d'énoncer en terminant; elle me paraît conforme aux faits connus. Les espèces, dans leur genre respectif, sont disposées en série régulière. Celles qui sont voisines dans leur série donnent par l'accouplement croisé des produits féconds. Il en est de même lorsqu'elles ne sont pas trop éloignées. S'il y a entre elles au delà d'un certain nombre de termes, le produit de leur accouplement est infécond. En tout cas, il serait intéressant que cette vue pût être vérifiée complétement par l'expérimentation. »

ZOOLOGIE. — *Rotateurs parasites des Nébalies.* Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'étude des rapports des animaux entre eux possède pour le naturaliste un attrait tout particulier, bien que leur découverte réclame des conditions spéciales d'observations, pour ainsi dire expérimentales, qui ne sont point indispensables aux travaux de simple anatomie. MM. van Beneden et Hesse, qui ont acquis dans ce genre de recherches une réputation bien méritée, ont décrit autrefois comme un Bdellode voisin des Histriobdelles un curieux animal auquel ils donnèrent le nom de *Saccobdella* et qu'ils avaient trouvé vivant sur la Nébalie de Geoffroy.

» Ce parasite, ainsi que l'a fort bien reconnu depuis M. van Beneden fils, n'appartient pas au groupe des Bdellodes, mais doit être considéré comme un véritable rotateur, chez lequel le mode anomal d'existence a déterminé l'atrophie complète de l'appareil ciliaire et analogue, à ce point de vue, à certains membres de la même classe signalés par MM. E. Mecznikow, Claparède, Gosse et Dujardin.

» Il existe dans la Méditerranée, notamment dans le golfe de Marseille, une espèce particulière du genre *Nebalia*, indiquée anciennement par Risso, dans une description incomplète sous le nom de *Nebalia Strausii*.

» Il suffit pour observer des crustacés de cette espèce de recueillir en juillet et en août les amas volumineux de capsules nidamentaires du *Murex brandaris*, au milieu desquels ces Gastéropodes demeurent enfermés à la suite de leur ponte. Les Nébalies de Straus affectionnent ce séjour et semblent trouver auprès des Murex qui se sont ainsi enveloppés de leurs œufs des conditions très-favorables d'existence. Étudiées comparativement avec les Nébalies de Geoffroy, elles présentent des caractères différentiels d'une va-

leur spécifique bien évidente. Les plus grands individus adultes sont longs de 8 millimètres. Les antennes, les mandibules, les pattes-mâchoires sont disposées suivant des contours assez différents de ceux des organes analogues de l'espèce primitive. Les anneaux de l'abdomen sont crénelés à leur bord postérieur, etc.

» Au commencement de l'été, les femelles portent sous la carapace une multitude de jeunes individus qui viennent d'éclore avec la forme définitive des parents. En observant la situation de ces jeunes dans cette sorte de poche incubatrice, on aperçoit, fixés sur les lames foliacées des pattes branchiales, de petits animalcules très-protéiformes, longs de $0^{mm},9$, et que l'on reconnaît bientôt pour de véritables Saccobdelles, *bien distinctes* toutefois de la Saccobdelle de la Nébalie de Geoffroy, et munies d'ovaires très-développés. Jusqu'à ce jour les mâles, grâce peut-être à un mode d'existence moins sédentaire, ont déjoué toutes mes recherches.

» J'ai cru devoir mentionner cette concordance très-significative dans les caractères différentiels de l'hôte et du parasite comparés à leurs congénères de l'Océan. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil respiratoire du* Zonites algirus. Note de **M. H. Sicard**, présentée par M. Milne Edwards.

« Des recherches entreprises sur certains points de l'anatomie des mollusques Gastéropodes m'ont amené à faire quelques observations sur la structure de l'appareil respiratoire du *Zonites algirus* et à constater dans la poche pulmonaire de cet animal la présence d'un organe glandulaire nouveau.

» Si l'on examine la membrane mince et transparente qui forme le poumon, on trouve qu'elle est composée des mêmes éléments histologiques que la peau; elle comprend dans sa structure du tissu lamineux et des fibres musculaires; elle est en outre sillonnée par de nombreux vaisseaux formant à sa surface un réseau dont la disposition est connue. La cavité pulmonaire est revêtue d'un épithélium à cellules prismatiques; ces cellules mesurent $0^{mm},025$ environ de longueur et $0^{mm},006$ de largeur; par places et particulièrement sur le trajet des gros vaisseaux, ces cellules épithéliales portent des cils vibratiles courts, à mouvements vifs. Ce fait a été indiqué avec soin par Williams dans les limaces et dans l'*Helix aspersa*. Chose singulière! postérieurement aux travaux de Williams, l'existence même du revêtement épithélial a été mise en doute dans la cavité respiratoire des

Gastéropodes terrestres, et Leydig, dans son Traité d'*Histologie comparée*, dit n'avoir pu en constater la présence; mais celle-ci est manifeste par l'observation directe et plus encore si l'on traite un lambeau de membrane par une solution de nitrate d'argent au 400ème.

» La membrane respiratoire, dans la structure de laquelle nous avons dit qu'il entrait des fibres musculaires, est donc contractile, et cette contractilité est évidente lorsqu'on dépouille de sa coquille un animal vivant; alors, en effet, on voit la membrane se contracter et s'appliquer sur le plancher de la chambre pulmonaire. Ce phénomène a de l'intérêt au point de vue du mécanisme de la respiration, car il montre que le renouvellement de l'air est lié à la faculté qu'a la poche pulmonaire de se dilater et de se contracter, et non pas aux seuls mouvements d'élévation et d'abaissement du plancher de la chambre pulmonaire, comme on l'a dit souvent.

» Dans l'épaisseur de la membrane respiratoire on constate l'existence d'organes glandulaires nombreux, follicules simples analogues à ceux qu'on trouve dans la peau. Le produit de leur sécrétion sert à maintenir la surface respiratoire dans un état convenable d'humidité. Ces organes glandulaires ne sont pas les seuls, et, dans l'espèce qui nous occupe, il existe, en outre, une glande qui, placée dans l'intérieur de la cavité pulmonaire, a son orifice au bord du pneumostome. Nous n'avons vu nulle part cette glande mentionnée ni décrite.

» Elle est assez volumineuse, blanche, ovoïde et un peu réniforme; elle est placée derrière le collier, à côté du pneumostome et à gauche de cet orifice; elle est appliquée contre la paroi antérieure de la cavité pulmonaire et adhère à cette paroi par la face qui lui correspond. Sa grande courbure regarde en haut, la petite en bas; l'extrémité droite répond au bord du pneumostome et se confond avec le tissu voisin, tandis que l'extrémité opposée reste libre.

» Les dimensions de cet organe sont assez considérables; mesuré dans son grand diamètre, il a 1 centimètre environ; sa hauteur est de 4 à 5 millimètres et son épaisseur de 2 à 3 millimètres.

» C'est une glande en grappe composée ; en examinant au microscope un petit lambeau de la glande, on peut voir, plus ou moins bien isolés, le cul-de-sac d'un *acinus*. Si l'on pratique une coupe transversale sur une glande durcie dans l'alcool, on voit très-nettement la section de ces culs-de-sac glandulaires, limités par du tissu conjonctif. Leur diamètre est de $0^{mm},18$ environ. On trouve dans leur intérieur des cellules glandulaires, de couleur jaunâtre, à contenu granuleux. Si l'on fait une coupe transver-

sale, suivant le grand axe de la glande, on voit un canal central dans lequel débouchent les *acini;* ce canal, au sortir de la glande, se dirige obliquement de gauche à droite, et, après un court trajet de 2 à 3 millimètres à travers le tissu qui forme le collier, vient s'ouvrir extérieurement au voisinage du pneumostome et à gauche. On aperçoit là, en effet, un petit orifice circulaire qui n'est autre que celui de ce canal excréteur. En pressant doucement sur la glande, on voit sourdre par cet orifice une matière visqueuse, filante, ayant l'aspect du mucus. A l'examen microscopique, on y trouve des granulations, des globules d'une matière très-réfringente qui paraît être de nature albuminoïde, des cellules d'épithélium prismatique, des cellules à contenu granuleux. La substance amorphe fondamentale présente un aspect strié qui s'accentue par l'action de l'acide acétique.

» Le liquide sécrété sert sans doute à lubrifier les bords de l'orifice respiratoire. D'après M. Milne Edwards, les bords du pneumostome sont continuellement lubrifiés par des liquides visqueux sécrétés à leur surface ou provenant des organes glandulaires situés dans l'intérieur de la chambre respiratoire. Nous avons constaté, en effet, dans les Hélices (*H. aspersa*), où l'on ne rencontre pas la glande que nous venons de décrire, qu'il existait dans les bords mêmes du pneumostome des follicules glandulaires qui ont sans contredit le même rôle et qui fournissent le liquide visqueux dont parle M. Milne Edwards comme étant sécrété à la surface des bords de cet orifice. Pour ce qui est des organes glandulaires mentionnés dans le même passage comme situés dans l'intérieur de la chambre respiratoire, nul doute qu'il ne s'agisse des follicules qui existent dans l'épaisseur des parois de cette chambre. La particularité anatomique que nous avons observée dans le *Zonites algirus* est donc intéressante en ce qu'elle nous montre dans cette espèce, agglomérés et formant une glande assez volumineuse, les éléments qui, dans d'autres espèces, se trouvent répandus au milieu des tissus eux-mêmes. »

ZOOLOGIE. — *De la terminaison de la colonne vertébrale chez les Pleuronectes.* Note de M. **H.-E. Sauvage**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'on sait, d'après les travaux de M. Kölliker (1), que chez les Téléostéens, la Carpe en particulier, la colonne vertébrale se termine

---

(1) *Ueber das ende der Werbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier.*

d'une manière toute particulière. La dernière vertèbre se relève en un petit corps, en arrière duquel sont deux plaques osseuses accolées et entre lesquelles se place l'extrémité de la corde dorsale; cette plaque est surmontée d'un petit os libre, en toit. Les rayons articulés de la nageoire caudale sont supportés par quatre os en plaques pour le lobe supérieur, par trois os pour le lobe inférieur, en ne comptant pas la plaque que forme l'hæmapophyse dilatée de l'avant-dernière vertèbre.

» Chez les poissons de l'ordre des Pleuronectes, la terminaison de la colonne vertébrale est tout autre. C'est surtout dans le genre Pleuronectes (Carrelet, Flet, Limande) que la disposition des parties constituantes de la dernière vertèbre est la plus facile à saisir.

» Comme d'ailleurs chez tous les Téléostéens, nous n'avons rien à noter jusqu'à la quatrième avant-dernière vertèbre, si ce n'est une inclinaison des apophyses plus grande qu'aux vertèbres précédentes. L'antépénultième vertèbre donne une épine inférieure qui, en se prolongeant et en s'élargissant, concourt à la formation de la plaque qui soutient la caudale, tandis que l'apophyse supérieure n'y prend point part; dans la Carpe, on a deux épines supérieures. La pénultième vertèbre fournit, à l'arc tant supérieur qu'inférieur, une épine composée de deux parties, l'une antérieure en forme de lame, l'autre postérieure, qui est l'épine proprement dite; ces deux apophyses sont absolument semblables, contrairement à ce que l'on voit chez la Carpe, par exemple.

» Mais c'est à la dernière vertèbre que les différences s'accentuent. Normale dans sa moitié antérieure, cette vertèbre se relève ensuite en une large plaque triangulaire dont le bord inférieur est situé dans l'axe même de la colonne vertébrale; cette plaque est la moitié supérieure dilatée du demi-corps postérieur d'une vertèbre normale. La moitié inférieure de cette même vertèbre est représentée par une autre plaque de même grandeur que la précédente, au-dessous de laquelle elle est située, et qui est unie au demi-centrum normal par une facette oblique. La corde dorsale vient se terminer en pointe entre les deux plaques que nous venons de décrire. La plaque supérieure représente donc l'os *k* ou les deux plaques osseuses accolées de la Carpe.

» Au-dessus de cette plaque, entre elle et la neurapophyse de l'avant-dernière vertèbre, se voient deux autres plaques : l'une, très-étroite, est reçue, par son bord, dans une gouttière résultant de la réunion des deux branches droite et gauche de l'apophyse; l'autre s'appuie sur la plaque vertébrale. Ces deux plaques protégent par leur extrémité inférieure la fin de la moelle

épinière qui vient se terminer dans une rigole creusée sur la face supérieure du demi-corps de la dernière vertèbre. Au segment inférieur il n'y a qu'une seule plaque entre l'hæmapophyse de la pénultième vertèbre et la plaque vertébrale inférieure.

» Dans la Sole, la disposition est au premier abord différente de celle que nous venons d'indiquer. La large plaque qui termine la colonne vertébrale est divisée par des scissures longitudinales en dix plaques, dont certaines sont elles-mêmes divisées partiellement par d'autres scissures, ce qui fait que cette plaque, double chez la Limande, le Carrelet, est chez la Sole composée de quinze petites plaques accolées. Mais, en regardant avec un grossissement convenable les deux plaques vertébrales du Carrelet, on voit dans l'os des traînées longitudinales plus foncées, qui le partagent en quatorze ou quinze segments. Dans le genre Sole, ces segments sont restés distincts; dans le genre Pleuronectes, ils se sont soudés de bonne heure.

» Dans le genre *Rhombus* (Barbue), à la dernière vertèbre on note six osselets qui supportent chacun un des rayons de la caudale. Le corps vertébral se prolonge en deux osselets situés presque dans l'axe de la colonne et un peu plus saillants que les autres; sept autres osselets, contenant aussi chacun un rayon, sont au-dessous des deux précédents. On a dès lors en tout quinze osselets comme dans la Sole, et en réalité aussi dans la Limande et le Carrelet.

« Le genre *Rhombus*, le genre *Solea* présentent donc un caractère embryonnaire, par rapport au genre Pleuronectes. Nous serons d'autant plus frappés de ce fait, duquel nous ne voulons d'ailleurs tirer aucune conclusion générale, que l'ordre des Pleuronectes naît par le genre *Rhombus* (*R. minimus* Agass.) à Monte-Bolca, c'est-à-dire à la base du tertiaire, que le genre *Solea* (*S. antiqua* Myr., *S. kirchbergana* Myr.) vient plus tard, tandis que le genre Pleuronectes n'a pas encore été signalé dans la série des formations et serait, dans tous les cas, beaucoup plus moderne. Il paraît y avoir là une concordance entre l'ordre d'apparition des trois genres et leur degré de développement. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le développement proportionnel de l'humérus et du radius chez l'homme.* Note de **M. E.-T. Hamy**, présentée par M. de Quatrefages.

« M. Humphry, dans son *Traité du squelette humain*, avait le premier déterminé avec soin la longueur des divers segments des membres à diffé-

rentes périodes de la croissance; mais le savant anatomiste de Cambridge avait négligé de calculer les rapports des chiffres qu'il publiait, rapports dont la comparaison aurait pu lui permettre de tirer de ses longues recherches autre chose que les considérations générales, parfaitement exactes d'ailleurs, dont il a accompagné ses tableaux de mensurations. Plusieurs de ses moyennes, de la naissance à l'âge de dix-neuf ans, étaient d'ailleurs déduites d'un trop petit nombre d'observations pour qu'il lui fût possible d'éviter les inversions et les solutions de continuité que l'on rencontre dans ses séries comme dans celles de M. Casper, et qui sont si frappantes dans les tables de Schadow récemment interprétées par M. Quételet. J'ai repris depuis quatre ans tout ce travail d'ostéométrie, et je soumets aujourd'hui à l'Académie les premiers résultats de ces longues recherches.

» Le tableau qui suit indique le rapport centésimal de l'avant-bras au bras ou du radius à l'humérus, d'après les mesures de cent quinze sujets français, depuis le milieu du deuxième mois de la vie intra-utérine jusqu'à l'âge adulte.

» Les embryogénistes ont depuis longtemps remarqué que, quand l'avant-bras et le bras deviennent distincts l'un de l'autre, c'est-à-dire vers la fin de la cinquième semaine de la vie embryonnaire, le premier est sensiblement plus long que le second. Vers le cinquantième jour, l'égalité s'établit entre les deux segments, et presque aussitôt après le bras l'emporte sur l'avant-bras. J'ai mesuré les plus grandes longueurs des os aussitôt qu'elles m'ont paru susceptibles d'être prises avec quelque précision, c'est-à-dire vers le milieu du troisième mois; le radius est alors à l'humérus comme 88,88 est à 100. Jusqu'à l'âge adulte, le rapport centésimal diminuera graduellement, de façon que, comme l'a dit M. Humphry, « les relations définitives entre les segments ne s'établissent qu'après la puberté ».

» Mais on observera certaines variations d'intensité dans le développement des deux os. Ainsi, de trois à quatre mois, l'humérus, qui n'a pas encore atteint son rapport normal à la taille du sujet, augmente avec une rapidité beaucoup plus grande que celle du radius, qui dès la fin du troisième mois est déjà en proportion régulière avec la taille, et le rapport centésimal diminue d'une manière très-sensible. Cette décroissance du rapport de l'avant-bras au bras est encore très-accusée de quatre à cinq mois, mais elle est déjà un peu moindre. La différence de l'intensité du développement des deux os diminue de plus en plus, à partir du moment où les deux segments ont atteint leur longueur proportionnelle à la taille du jeune être, et,

sauf une légère prédominance assez brusque, mais de courte durée, dans l'intensité du développement du bras, entre le onzième et le vingtième jour après la naissance, le chiffre proportionnel, qui subit à ce moment une descente rapide, ne se modifie plus que lentement et dans des limites resserrées.

*Tableau indiquant le rapport centésimal du radius à l'humérus aux différents âges de la vie.*

| | Nombre de sujets observés. | Rapport Maximum. | Minimum. | Moyen. |
|---|---|---|---|---|
| Embryon de $2\frac{1}{2}$ mois....... | 1 | » | » | 88,88 |
| Fœtus de 3 à 4 mois....... | 4 | 88,88 | 81,81 | 84,09 |
| Fœtus de 4 à 5 mois....... | 6 | 81,70 | 78,78 | 80,42 |
| Fœtus de 5 à 7 mois....... | 6 | 80,64 | 73,21 | 77,68 |
| Fœtus de 8 à 9 mois....... | 5 | 78,74 | 73,33 | 77,37 |
| Enfants de 1 à 10 jours..... | 11 | 79,47 | 73,53 | 76,20 |
| Enfants de 11 à 20 jours.... | 7 | 78,47 | 71,76 | 74,78 |
| Enfants de 21 à 30 jours.... | 7 | 76,92 | 71,69 | 74,51 |
| Enfants de 2 mois......... | 3 | 73,62 | 72,45 | 73,03 |
| Enfants de 6 mois à 2 ans... | 6 | 75,65 | 69,39 | 72,46 |
| Enfants de 5 à $13\frac{1}{2}$ ans..... | 6 | 75,15 | 69,52 | 72,30 |
| Jeunes gens et adultes...... | 53 | 74,60 | 69,34 | 72,09. » |

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité de composition des Pyrénées proprement dites et du chaînon improprement appelé* petites Pyrénées Note de **M. F. Garrigou.**

« Il n'est pas possible d'établir une limite, même approximative, entre la grande chaîne pyrénéenne et la partie à laquelle on a donné le nom de *petites Pyrénées.* Ces deux portions du même relief, qui limite au sud la France, se relient l'une à l'autre avec plus de netteté encore que les Corbières ne s'unissent à la Montagne-Noire d'une part et aux Pyrénées de l'autre. On sent parfaitement, en étudiant la géologie pyrénéenne, dans laquelle on trouve si souvent à appliquer avec fruit le système des directions de divers soulèvements, que les bombements isolés formant le massif d'Aurignac, d'Aussaing, de Foix, du plateau de Lannemezan, des côteaux du Béarn, etc., ne sont que des plis de terrain, reliés au grand massif par des attaches que les grandes plaines d'alluvions cachent aux yeux.

» La composition de ces îlots isolés montre qu'ils sont formés, non pas exclusivement par les terrains crétacés supérieurs et nummulitiques,

ainsi que l'a écrit M. Leymerie (1), mais bien par des terrains de tous les âges, ce qui leur enlève le cachet d'originalité qu'on a voulu leur donner.

» Ainsi la bande de côteaux située dans l'Ariége entre Leycherc et Foix montre aux géologues toute la série des terrains, depuis le trias jusqu'au nummulitique et au miocène. A Foix, le granit apparaît et sert de point d'appui au crétacé moyen (cénomanien et turonnien) et au trias (col del Bouich).

» En continuant vers l'ouest, nous trouvons encore, ainsi que je l'ai prouvé ailleurs en 1866 (2), et comme l'ont aussi montré M. Magnand (3) et M. Bleicher (4), le granit, le terrain de transition, les terrains crétacé inférieur, crétacé moyen, crétacé supérieur, garumnien, nummulitique, tertiaire, forment une série complète de Salies à la Tour-d'Ausseing, rendue célèbre par M. Leymerie.

» Plus à l'ouest encore, le granit, les schistes de transition avec galène, se montrent en plein plateau de Lannemezan, à Capvern, dont ils forment en quelque sorte le squelette avec l'aide du crétacé inférieur, du crétacé moyen et du crétacé supérieur.

» Au nord-est et au nord-ouest de Bagnères-de-Bigorre, la même série de terrains continue à former les mamelons que M. Leymerie rapporte aux petites Pyrénées.

» Nous arrivons ainsi jusqu'aux plaines du Béarn, où la série crétacée garumnienne, nummulitique et tertiaire forme le côté nord du fossé de Flammichon, que j'avais également signalé en 1866, en indiquant la direction ouest 5 degrés nord à la faille qui le forme en ce point.

» L'ensemble de tous ces terrains est le même, soit que l'on étudie le côté occidental des Pyrénées, soit qu'il s'agisse du côté oriental. La paléontologie et la lithologie sont, à très-peu de chose près, semblables. C'est surtout l'absence partielle de tel ou tel élément qui peut entraîner quelque apparence de différence.

» Ainsi, par exemple, pour ne parler que de l'une des parties constituantes du terrain crétacé, je dirai que la *Brèche de Celles* ou *Conglomérat de Cammarade*, qui forme la base du crétacé moyen ou cénomanien, existe

(1) *Comptes rendus*, séance du 11 mars 1872.

(2) *Étude du terrain turonnien* (*Bull. Soc. géol. de France*, 1866).

(3) *Id.* Magnan, 1867.

(4) Thèse, 1870.

dans la partie occidentale sous forme de brèche (aux environs de Salies et de Bidache), et sous forme de grès ou de conglomérat fin à Gan (au sud de Pau). L'étage à dalles gréseuses du turonnien se montre dans toute l'étendue de la chaîne pyrénéenne. Le garumnien lui-même, sous diverses formes et avec fossiles d'eau douce ou avec fossiles mélangés, suit également le versant nord des Pyrénées, depuis le département de l'Aude jusqu'à Bayonne. Cependant il faut avouer que les fossiles sont surtout répartis vers la partie orientale et médiane de la chaîne, où ils manquent cependant dans bien des localités.

» Ainsi donc, je crois qu'il faut considérer les Pyrénées comme uniformément formées, quant aux terrains, dans toute leur étendue. Je crois, de plus, que si les bombements ou plissements les plus avancés vers le nord semblent former un relief à part, à cause de leur isolement en forme d'îlots au milieu des plaines alluviennes du bassin sous-pyrénéen, ce n'est là qu'une apparence. Déjà bien anciennement les plissements de la croûte terrestre avaient porté à des hauteurs plus ou moins grandes les terrains déposés dans le point qu'occupent aujourd'hui les Pyrénées. Des failles, dont l'orientation permet d'établir l'âge, ont produit des dislocations qui ont plus ou moins séparé les parties du squelette pyrénéen, et ont donné aux parties les plus au nord de la chaîne une position qui ne leur assigne en rien une place spéciale dans l'ensemble de la composition de ce massif montagneux. Le soulèvement spécial décrit sous le nom de *soulèvement des Pyrénées* a agi autant sur la partie la plus basse de la chaîne que sur la partie la plus élevée, et il a atteint, dans ces points, tout aussi bien le terrain éocène que les terrains les plus anciens. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observations pluviométriques faites à Athènes de* 1859 *à* 1871, *par* **M. V. Raulin.**

« L'intérêt que tout homme instruit porte aux pays dont les hommes et les choses ont fait l'admiration de sa jeunesse m'engage à présenter à l'Académie un résumé des observations pluviométriques faites à Athènes, par M. Julius Schmidt, directeur de l'Observatoire grec. Elles donnent des notions précises sur le degré de sécheresse du climat, qui sans doute n'est pas très-différent aujourd'hui de ce qu'il était il y a 2000 à 3000 ans et aussi pendant les temps héroïques.

» Les observations embrassent une période de 12 années et demie, d'août 1859 à décembre 1871. Le pluviomètre carré a une superficie de $10^{dq}55$;

il est placé à $15^m,6$ au-dessus du sol, sur la terrasse d'une maison située au nord-est de l'Acropole et au pied occidental du mont Lycabette, à $95^m,5$ d'altitude.

| Années | civiles. | Janv. | Févr. | Mars. | Avril. | Mai. | Juin. | Juill. | Août. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Ann. mét |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | *Quantités mensuelles et annuelles.* | | | | | | | | |
| 1859 | » | » | » | » | » | » | » | » | 6,8 | 2,3 | 5,4 | 75,2 | 72,4 | » |
| 1860 | 385,1 | 37,7 | 90,9 | 41,7 | 14,8 | 11,8 | 10,1 | 17,8 | 0,0 | 2,1 | 25,2 | 67,9 | 65,1 | 392,4 |
| 1861 | 317,7 | 14,2 | 1,3 | 34,8 | 10,8 | 75,5 | 21,0 | 1,8 | 9,9 | 1,7 | 52,8 | 3,4 | 90,5 | 292,3 |
| 1862 | 236,3 | 44,0 | 16,5 | 9,9 | 3,2 | 6,1 | 43,6 | 2,5 | 0,0 | 6,6 | 0,0 | 102,8 | 9,1 | 325,7 |
| 1863 | 277,7 | 27,3 | 2,5 | 74,0 | 8,6 | 1,8 | 14,0 | 0,0 | 0,1 | 5,4 | 3,4 | 68,6 | 72,0 | 214,8 |
| 1864 | 718,4 | 75,6 | 75,1 | 13,6 | 11,8 | 55,6 | 11,3 | 0,0 | 0,0 | 52,8 | 141,1 | 240,9 | 40,6 | 749,8 |
| 1865 | 382,2 | 46,2 | 110,7 | 44,1 | 10,8 | 0,4 | 0,6 | 51,1 | 4,1 | 5,6 | 35,5 | 56,2 | 16,9 | 405,9 |
| 1866 | 365,0 | 21,4 | 25,0 | 23,3 | 1,9 | 21,4 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 31,6 | 22,6 | 135,2 | 79,4 | 302,5 |
| 1867 | 335,6 | 30,9 | 2,5 | 23,9 | 17,6 | 3,6 | 22,1 | 3,6 | 0,9 | 0,4 | 74,0 | 54,6 | 101,5 | 313,5 |
| 1868 | 392,5 | 70,9 | 8,1 | 78,5 | 12,2 | 29,4 | 4,1 | 1,5 | 0,2 | 6,1 | 49,4 | 108,3 | 24,1 | 469,9 |
| 1869 | 934,6 | 39,7 | 16,6 | 68,9 | 44,7 | 28,6 | 12,3 | 2,7 | 19,4 | 28,7 | 49,6 | 28,7 | 64,7 | 354,0 |
| 1870 | 436,3 | 66,4 | 31,7 | 52,0 | 65,7 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 29,2 | 31,3 | 47,0 | 25,8 | 80,8 | 420,2 |
| 1871 | 565,2 | 97,2 | 27,5 | 26,1 | 21,7 | 19,7 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 7,5 | 183,9 | 110,5 | 67,9 | 587,1 |
| | | | | | | *Moyennes mensuelles et annuelles générales.* | | | | | | | | |
| 1859-71 (12$^s$) | | 47,6 | 34,0 | 41,0 | 18,7 | 21,7 | 12,1 | 6,7 | 5,4 | 14,0 | 53,1 | 75,2 | 52,7 | 382,2 |
| | | | | | | *Maxima et minima mensuels généraux.* | | | | | | | | |
| Max. | 718,4 | 97,2 | 110,7 | 78,8 | 65,7 | 75,5 | 43,6 | 51,1 | 29,2 | 52,8 | 183,9 | 240,9 | 101,5 | 749,8 |
| Min. | 277,7 | 14,2 | 1,3 | 9,9 | 1,9 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 3,4 | 9,1 | 214,8 |
| | | | | | | *Quantité maxima de pluie tombée en un jour.* | | | | | | | | |
| | | 56,0 | 47,8 | 29,8 | 15,1 | 53,0 | 36,2 | 51,2 | 19,6 | 31,2 | 71,1 | 98,1 | 37,9 | |
| | | | | | | *Nombres moyens mensuels et annuels des jours de pluie.* | | | | | | | | |
| | | 11,9 | 9,2 | 11,6 | 7,8 | 6,1 | 4,0 | 1,9 | 2,8 | 3,9 | 8,5 | 12,7 | 13,1 | 93,5 |

» Il résulte, relativement à la *quantité de pluie tombée dans l'année*, que l'année la plus pluvieuse a été 1864 ($718^{mm}4$ et $749^{mm}8$) et les plus sèches 1862 et 1863 ($236^{mm}3$ et $214^{mm}8$); l'écart entre le maximum et le minimum est un peu plus faible pour l'année civile (482,1) que pour l'année météorologique (535,0); il est de beaucoup supérieur pour toutes deux à la moitié du maximum.

» Relativement à la *répartition de la pluie entre les diverses saisons*, celles-ci se placent dans l'ordre suivant, à partir de la plus pluvieuse : automne, hiver, printemps, été. Les moyennes sont les suivantes :

Hiver, 134,3; Printemps, 81,4; Été, 24,2; Automne, 142,3.

» Quant aux *quantités annuelles et trimestrielles* pendant les deux années les plus pluvieuses, 1864 et 1871, la plus grande abondance d'eau est survenue pendant l'hiver et l'automne; pendant les deux plus sèches, 1861 et 1863, c'est l'été et l'automne ou bien l'hiver et l'été, qui ont été les saisons sèches.

Enfin, relativement à la *répartition de la pluie entre les divers mois*, les moyennes mensuelles des douze années 1859-71 établissent une division en deux parties : l'une de six mois humides, d'octobre à mars, et l'autre de six mois plus secs, d'avril à septembre. Une répartition de la quantité de pluie donne les résultats suivants :

| | | |
|---|---|---|
| 382,2 | entre les 12 mois, donnent par mois .............. | 31,8 |
| 303,6 | entre les 6 mois humides ........................ | 50,6 |
| 78,6 | entre les 6 mois secs ........................... | 13,1 |

» Relativement aux *quantités maxima de pluie tombée en un jour*, le régime méditerranéen, caractérisé par des averses torrentielles, est bien accusé, malgré la faible moyenne annuelle. En effet, dans les mois d'octobre et de novembre, il est tombé jusqu'à $75^{mm},2$ à $98^{mm},1$ d'eau en un jour; et, pendant quatre autres mois, le maximum a presque atteint ou dépassé un peu 50 millimètres.

» Relativement aux *nombres moyens mensuels et annuels des jours de pluie*, il est de 93,5 pour l'année, en comptant ceux où il est tombé à peine quelques gouttes d'eau; mais il serait certainement réduit aux deux tiers si l'on supprimait tous ceux où il est tombé moins d'un millimètre d'eau. Ces 93,5 jours sont répartis par saisons de la manière suivante :

Hiver, 34,2; Printemps, 25,5; Été, 8,7; Automne, 25,1. »

GÉOLOGIE. — *Secousses en mer; tremblement de terre du mois d'août* 1868. Extrait d'une Lettre de **M. E.-B. des Essards**, enseigne de vaisseau, au Secrétaire général de la Commission centrale de la Société de Géographie. (Communiquée par M. de Quatrefages.)

« ... Je viens de recevoir de Paris divers documents qui se rattachent aux campagnes de circumnavigation que j'ai faites à bord de la frégate à voiles *la Néréide*. En les consultant, j'y retrouve deux détails qui peuvent vous être utiles pour éclaircir ou compléter certains points de la science, et que je m'empresse de vous communiquer.

» Le premier est relatif à l'existence et à la position fixe du banc de Penedro de San-Pedro, toutes les deux sinon douteuses, tout au moins contestées.

» Le 10 septembre 1869 nous venions de franchir l'équateur, remontant vers l'Europe, lorsque, vers 1 heure du matin, la frégate éprouva une violente secousse *de bas en haut*, qui se prolongea latéralement, en s'affai-

blissant, pendant près d'une minute. Le point estimé, pris sur-le-champ, donnait pour ce moment

| | |
|---|---|
| Latitude | 1°08′50″N. |
| Longitude | 29°37′10″O. |

Ce point, corrigé le lendemain matin par le calcul observé et l'estimation du courant, donna pour le moment de la secousse

| | |
|---|---|
| Latitude | 1°08′40″N. |
| Longitude | 29°55′30″O (1). |

C'est ce point que j'ai marqué sur le petit croquis que je joins à ma Lettre, avec l'extrait du journal de bord pour ce moment.

» L'impression que m'a causée la secousse est à peu près la même que celle qu'on ressent en heurtant un bas-fond et en continuant à monter dessus (transport *la Gironde*, 1867, banc de Baremusb, près la Jamaïque) ou en rencontrant un petit navire, le coulant et passant dessus.

» La secousse fut assez violente pour que la sonde jetée dans la cale accusât 45 centimètres d'eau, tandis que deux heures avant elle était étanche. Nous n'avons jamais fait autant d'eau en vingt-quatre heures, si ce n'est après une tempête au sud de la Tasmanie.

» Ce point que je vous envoie a dû être déjà transmis en 1869 par le commandant; mais, comme il ne figure pas encore sur les cartes que j'ai pu voir, je crains que pendant ces deux guerres affreuses il n'ait subi le sort de bien des documents précieux, et je vous l'envoie en tous cas. C'est un jalon de plus pour fixer la position ou le déplacement du volcan sous-marin.

» Je ne veux en rien affirmer ou infirmer la position fixe donnée par les cartes routières : mes faibles connaissances, le manque de documents sérieux me l'interdisent; mais je pense que l'on peut sans témérité accueillir l'idée d'un déplacement, si l'on considère la carte et les divers points où les secousses se sont fait sentir.

---

(1) Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* (t. VI, p. 512, et t. XV, p. 446), M. Daussy a rapporté des observations tout à fait analogues à celles de M. des Essards, faites par différents navigateurs en des points situés environ par 20 minutes de latitude sud et 22 degrés de longitude ouest de Paris, et par 26 minutes de latitude sud et 22°21′ de longitude ouest. Ces divers points et le nouveau point éruptif signalé par M. des Essards seraient situés sur une ligne d'environ 7 degrés ou 780 kilomètres de longueur (140 lieues marines), coupant l'équateur un peu obliquement en se rapprochant de la direction E.S.E.-O.N.O. Peut-être existe-t-il là, au fond de la mer, une zone d'évents volcaniques comparable et presque parallèle à celle des Açores, mais un peu plus longue. É. D. B.

» On y voit, en effet, que depuis le siècle dernier jusqu'en 1842, les secousses se produisent toutes près de l'équateur, dans l'hémisphère sud et entre les 20$^e$ et 30$^e$ degrés de longitude ouest. De 1842 à 1860, rien. Puis elles réapparaissent, mais *au-dessus* de l'équateur et à gauche du 30$^e$ degré (sauf la secousse que je signale), c'est-à-dire de 100 à 150 lieues plus à l'ouest.

» Or l'espace compris entre les 25$^e$ et 30$^e$ degrés est sillonné par les navires, surtout ceux à voiles, qui viennent y couper la bande des calmes équatoriaux à sa plus faible épaisseur; il est donc plausible que si aucune secousse n'a été signalée pendant ces dix-huit années, c'est qu'il y a eu interruption momentanée, ce qui milite en faveur du déplacement.

» Cette hypothèse, je la formule d'ailleurs sous forme de question, car j'ai beaucoup besoin d'apprendre et je ne saurais affirmer ce dont les hommes les plus éminents doutent encore.

» Le deuxième point a trait au grand tremblement de terre qui bouleversa 200 lieues et plus de la côte chilienne vers le 15 août 1868 (1). J'achevais alors mon premier tour du monde. Partie de Tahiti le 15 juillet, *la Néréide* se trouvait à cette époque à mi-chemin du cap Horn. Vers le 15 nous avons éprouvé un mauvais temps bizarre sans hausse ni baisse du baromètre, sans motif apparent. Grosse mer, grosse houle. Était-ce le contre-coup ? Ce n'est que possible.

» Mais c'est à partir du 27 août que les effets des phénomènes se révèlent à nos yeux sans que, toutefois, vu notre ignorance de la catastrophe, nous puissions leur assigner leur véritable cause.

» Veuillez à ce propos excuser la liberté que je prends de mettre sous vos yeux un extrait d'une lettre que j'écrivais à mon père, en manière de journal, et qui constate le fait que je désire vous signaler.

» Elle est datée du 22 septembre en mer, par le travers de Tristan da Cunha....

« Le passage du cap Horn s'est effectué dans les meilleures conditions possibles. Nous le passions au plus mauvais moment, en plein hiver (fin d'août)....

» Un fait que tu peux signaler à MM. Babinet et autres et que je ne puis expliquer, c'est la débâcle prématurée des glaces du pôle sud. Cette débâcle, par suite de la fonte des neiges, n'a lieu qu'au commencement de l'été, tout au plus à la fin du printemps de l'hémisphère sud, c'est-à-dire octobre, novembre, décembre et janvier ; comment se fait-il donc que dès le 27 août, et par 51 degrés de latitude sud, nous en avons rencontré qui, rares d'abord, se

---

(1) 13 août 1868. (Voyez *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1349, 2$^e$ semestre de 1868.)

sont multipliées à mesure que nous remontions vers le pôle, et ne nous ont quittés que vers le 10 septembre?

» Il a dû y avoir au pôle sud une terrible secousse ou quelque phénomène analogue pour détacher ainsi ces masses imposantes au moment où elles tiennent le plus.

» Quoi qu'il en soit, ce nouveau danger a rendu notre service... »

» Mon journal constate que j'étais à cette époque en dissentiment complet sur ce point avec quelques-uns de mes collègues, qui penchaient pour des glaces d'années précédentes errant au gré des courants. Cette hypothèse n'avait rien d'impossible; les glaces détachées du pôle sud atteignent quelquefois plus de 100 mètres d'élévation au-dessus de l'eau; mais ce qui me la fit repousser ce fut l'aspect des formes angulaires, aiguës, tranchantes de ces énormes masses. Ces caractères ne peuvent guère se présenter après une ou plusieurs années de flottement, les angles devant rapidement s'émousser au contact d'une température au-dessus de zéro.

» Je pense donc pouvoir en conclure que le tremblement de terre qui a désolé le Chili a été aussi sous-marin et s'est fait ressentir assez fortement vers le pôle sud pour en détacher des blocs énormes. L'un d'eux, mesuré au sextant, avait environ 100 mètres au-dessus de l'eau.

» Lorsque ma lettre parvint en France, mon père, instruit de la catastrophe du Chili, voulut publier le passage qui précède, mais des difficultés hiérarchiques ayant été mises en avant, il dut y renoncer. J'ai donc le plaisir de vous en offrir la primeur bien que deux ans se soient écoulés depuis. Acceptez, je vous en prie, ces détails tels qu'ils sont. Je me tiens pour heureux s'ils peuvent vous être utiles, ce que j'espère, car j'estime qu'en science il n'en est pas d'insignifiants; quelque minime que soit leur importance absolue, tous concourent à la grande œuvre à laquelle vous vous êtes dévoués et à laquelle je veux apporter ma modeste part. »

« **M. de Quatrefages** fait observer que, lors de la présentation de la Note précédente à la Société de Géographie, l'amiral Fleuriot de Langle et un autre de ses collègues, dont il ne peut se rappeler le nom, ont fait des réserves au sujet de la hauteur attribuée aux glaces flottantes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la période d'aurores du 10 au 16 avril 1872, et son rapport avec les mouvements de l'atmosphère.* Note de **M. Fron**, présentée par M. Delaunay.

« Le 15 *avril* 1872, vers $8^h30^m$ du soir, à Sèvres, le ciel présente du côté du nord une teinte d'un blanc laiteux analogue à celle de la lumière zodiacale

que l'on voit faiblement à l'ouest. A $8^h35^m$, deux rayons blanchâtres partent de l'horizon nord : l'un au-dessous de Céphée; l'autre au-dessous de Cassiopée. Peu à peu, ces rayons deviennent plus nets. Bientôt celui de Céphée traverse cette constellation et s'étend jusqu'à la Polaire. A $8^h40^m$, les rayons diminuent peu à peu d'intensité et s'effacent. A $8^h45^m$, ils reprennent dans la même position. Le rayon au-dessous de Céphée darde par moments jusqu'à la Polaire; l'autre rayon, plus étalé, couvre Cassiopée, laissant voir très-nettement les étoiles. Il a un léger mouvement de l'est vers l'ouest. Bientôt les rayons s'effacent peu à peu, et à $8^h50^m$ une trace blanchâtre légère subsiste seule à l'horizon, puis s'évanouit. C'était une aurore de 4e ordre, d'après la classification d'Olmsted.

» La période aurorale qui s'est manifestée dans les régions nord de l'Europe du 10 au 15 avril, s'étendant jusqu'à Brest et Paris, permet de vérifier de nouveau l'analogie que présente ce phénomène avec les périodes orageuses de l'été, et par suite les idées de Delarive. Une bourrasque très-intense apparaît le 10 avril au nord de la Scandinavie, se dirigeant vers la Russie; le centre d'une seconde atteint la Norwége le 13, la Suède le 14, et se trouve le lendemain 15 en Russie; ce même jour, une troisième apparaît au nord des îles Britanniqnes. Chacune d'elles a produit sur son passage, et jusqu'à une distance considérable de son centre, des aurores qui ont dû être visibles en un assez grand nombre de stations des régions nord de l'Europe. Nous connaissons déjà quelques-uns de ces points.

» Dans la nuit du 10 au 11, l'aurore a été signalée à Thursö, à Stockolm, à Hernösand, à Brest, à Paris. Le lendemain les phénomènes auroraux se sont transportés vers l'est avec la bourrasque; ils ne sont plus vus ni en France ni en Angleterre, mais sont constatés encore à Hernösand et de plus à Saint-Pétersbourg. Dans la nuit du 12 au 13, la deuxième bourrasque signale son apparition par une aurore vue à Thursö; le 13, son centre s'approche de la Suède, et des orages sévissent à Stockolm. Enfin, le 15 au matin, une troisième bourrasque apparaît aux îles Britanniques, et c'est à elle que se rapporte l'aurore de 4e ordre signalée dans le voisinage de Paris. Une brillante aurore sur laquelle nous n'avons pas encore de détails se montrait en même temps à Thursö, au nord de l'Ecosse.

» Depuis le 15, la ligne de parcours des bourrasques s'est approchée de nous; les mauvais temps ont atteint successivement les îles Britanniques, puis la France; et hier, 21 avril, le centre d'une bourrasque intense se trouvait dans le voisinage du Havre, et a inauguré la période de mauvais temps qui commence pour nos régions. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales; par* **M. Donati.**
(Extrait d'une Lettre à M. Delaunay.)

« J'ai eu l'occasion de faire de nouvelles recherches sur les observations qui furent faites par les employés des télégraphes italiens, à l'occasion de la grande aurore boréale du 4 février dernier, et je prends la liberté d'en communiquer les résultats à l'Académie, dans l'espoir que ces résultats ne resteront peut-être pas tout à fait inutiles pour la science.

» A l'occasion de la grande aurore boréale du 4 février passé, les changements de direction et d'intensité que subirent les courants électriques sur les lignes italiennes ont été en très-grand nombre. De l'ensemble de toutes les observations, je crois pouvoir établir avec sûreté ce qui suit :

» Sur les lignes des télégraphes italiens, les perturbations accidentelles produites par le phénomène de l'aurore boréale commencèrent à être aperçues à $4^h 30^m$ p. m. du 4 février. Le maximum du courant se manifesta à $6^h 31^m$ p. m.: en ce moment, le courant changea subitement de direction.

» Un autre maximum, mais un peu moindre que le précédent, se manifesta à $6^h 37^m$ p. m. A $6^h 52^m$ les aiguilles des rhéoscopes demeurèrent stationnaires pendant 3 minutes environ.

» Vers 8 heures p. m., les perturbations perdirent beaucoup de leur force, et cessèrent les grandes perturbations, qui étaient même capables d'empêcher la transmission des dépêches.

» Toutes les heures ci-dessus sont données en temps moyen de Rome, et il serait très-intéressant de pouvoir constater si, sur d'autres lignes télégraphiques, bien différentes en longitude des lignes italiennes, se manifestèrent des phénomènes semblables, et à quelle heure exacte.

» M. H. Tarry a déjà cherché à faire une telle constatation. Il dit que les perturbations magnétiques éprouvées sur les lignes télégraphiques se sont fait sentir en même temps, ou à quelques minutes d'intervalle, en Italie, en France et en Amérique (1). Mais on ne peut pas nier que les faits sur lesquels M. Tarry appuie ses déductions sont trop généraux et en trop petit nombre, et il serait bien à désirer d'en pouvoir comparer de plus particuliers et un plus grand nombre.

» Voilà le peu que je puis maintenant ajouter sur cet argument.

» M. Tarry rapporte que « sur la ligne télégraphique de Brest à Paris, de

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXXIV, p. 549.

» $5^h 55^m$ à 6 heures du soir (t. m. de Paris), il y a eu deux ondes très-
» remarquables. La déviation s'est d'abord élevée progressivement de zéro
» à + 60 degrés; à ce moment, il y a eu adhérence très-forte de la palette
» de l'appareil pendant 1 minute, avec persistance de la déviation, puis
» l'aiguille est descendue graduellement à zéro, et remontée de même à
» + 60 degrés, où elle s'est encore maintenue pendant 1 minute, et, à
» 6 heures, elle a sauté violemment de + 60 à — 60 degrés (2). »

» J'ai cherché si, dans l'intervalle de temps qui correspond de $5^h 55^m$ à 6 heures du temps moyen de Paris, il y avait des observations faites en Italie, pour les comparer aux observations faites en France. J'ai trouvé que des observations faites à Rome sur la ligne Rome-Milan, et de celles faites à Florence sur la ligne Florence-Turin, l'on peut tirer le tableau suivant.

*Sur la ligne Rome-Milan.*

| Temps moyen de Paris | L'aiguille du galvanomètre à 1000 tours | |
|---|---|---|
| de $5^h.55^m$ à $5^h.57^m$ ...... | va graduellement de....... | $-62^\circ$ à $+78^\circ$ |
| de 5.57 à 5.57,5...... | se porte rapidement de..... | + 78 à — 50 |
| de 5.57,5 à 5.58 ...... | va rapidement de......... | — 50 à + 73 |
| de 5.58 à 5.58,5...... | va rapidement de......... | + 73 à — 65 |
| de 5.58,5 à 5.59 ...... | presque stationnaire entre.. | — 65 et — 72 |
| de 5.59 à 6.00,5...... | va à zéro, et puis se déplace rapidement à + 60. | |

*Sur la ligne Florence-Turin.*

| | | |
|---|---|---|
| de $5^h.55^m$ à $5^h.56^m$........ | oscille, et va rapidement de. | $-80^\circ$ à + 80 |
| à 5.57 ............... | va rapidement de......... | + 80 à — 60 |
| à 5.58 ............... | va rapidement de......... | — 60 à + 75 |
| à 5.58,5.............. | se porte de.............. | + 75 à — 65 |
| à 6.50 ............... | presque stationnaire vers — 70°, puis saute violemment à + 10°. | |

» Les heures des observations italiennes ont été réduites en temps moyen de Paris, en soustrayant 40 minutes de celles marquées par les observateurs italiens.

» En comparant les indications contenues dans ce tableau avec les indications rapportées par M. Tarry, il paraît que l'on peut déduire qu'en Italie comme en France, de $5^h 55^m$ à $5^h 57^m$ (temps moyen de Paris), il y a eu un mouvement graduel de l'aiguille; qu'après il y a eu des sauts instantanés, et qu'à 6 heures il y a eu, dans l'aiguille, un repos assez pro-

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 484-485.

longé (d'environ 1 minute), et qu'après ce repos l'aiguille se déplaça violemment.

» Il paraît donc que, de ce que je viens de dire, on peut conclure, avec M. Tarry, que les perturbations sur les lignes télégraphiques furent, *en général, simultanées*. Mais sur un point d'un si haut intérêt scientifique, on doit désirer des recherches plus étendues et plus détaillées que celles qu'on a faites jusqu'à présent. Les perturbations sur les lignes télégraphiques se succédèrent d'une manière presque continuelle, et de petites erreurs, ou dans le temps, ou dans les déviations qu'on a observées, pourraient bien faire apparaître la coïncidence où en réalité elle n'existe pas. »

M. Donati termine sa Lettre par quelques remarques sur une Communication faite à l'Académie le 8 de ce mois d'avril, par M. Diamilla-Muller (1). Suivant lui, les idées émises par M. Diamilla dans ses Mémoires de 1854 n'étaient pas nouvelles et peuvent se trouver, soit dans des Mémoires de Faraday (*Philosophical transactions* pour l'année 1851), soit dans le chapitre V de *l'Astronomie de John Herschel*, publiée en 1833.

ASTRONOMIE MÉTÉORIQUE. — *Réclamation de priorité pour la théorie de l'origine solaire des aurores magnétiques; par* **M. H. Tarry.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« L'Académie a accueilli, dans ses séances des 25 mars et 8 avril (2), les réclamations que lui ont successivement adressées M. Donati, directeur de l'Observatoire de Florence, et M. Diamilla-Muller, ingénieur à Milan, au sujet de la priorité qui leur reviendrait pour l'opinion qui place dans le Soleil l'origine des aurores boréales ou magnétiques. Ces deux savants m'accusent tous deux d'avoir fait honneur de cette découverte à M. Tacchini, astronome de Palerme, aux dépens de leurs travaux antérieurs. Je demande la permission de revendiquer pour la science française une idée dont je me trouve à peu près le seul défenseur en France, tandis qu'en Italie elle paraît adoptée presque unanimement par tous les savants.

» La théorie de l'origine cosmique des aurores magnétiques, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 19 février dernier, en même temps qu'un physicien de notre Observatoire national se faisait le

---

(1) *Comptes rendus*, t. t. LXXIV, p. 1002.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 886 et 1002.

défenseur de l'opinion qui attribue à ces phénomènes une origine purement atmosphérique (1), était fondée sur les travaux récents des savants français et étrangers, et notamment sur le Mémoire que M. Becquerel avait présenté à l'Académie, dans la séance du 12 juin 1871, relativement à l'origine céleste de l'électricité atmosphérique.

» Dès que j'ai eu connaissance d'un article scientifique étendu publié sur le même sujet dans le *Giornale di Sicilia* du 2 mars 1872 (2), j'ai profité de l'occasion qui s'offrait de faire connaître à l'Académie des faits nouveaux et intéressants, pour dire incidemment que M. Tacchini avait exprimé la même opinion que moi un an plus tôt; je considérais cette déclaration comme un acte de loyauté.

» Mais je n'ai pas dit, comme le croit M. Donati, que M. Tacchini ait été *le premier* qui eût émis cette opinion. Au contraire, avant même que les réclamations auxquelles je fais allusion se fussent produites, celles que j'avais reçues directement de MM. Donati, Serpieri, etc., m'ayant montré la nécessité de remonter plus haut dans mes recherches, j'avais fait connaître à l'Académie, dans la séance du 18 mars (page 796), que c'est à Dominique Cassini et à de Mairan qu'on doit faire remonter la théorie qui place dans le Soleil l'origine des aurores magnétiques et de la lumière zodiacale.

» A la suite de cette Communication, M. Serpieri voulut bien reconnaître la légitimité de cette revendication, qui n'était qu'un acte de justice (3). »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 544 et 550.

(2) Voici le texte : « *Le aurori boreale e loro relazione coi fenomeni del Sole.* Nella pubblica conferenza del 23 aprile del passato anno, il professore Tacchini diede la prima » dimostrazione della relazione che passa fra le aurore boreali della Terra e i fenomeni del » Sole.... Egli non esito ad emettere l'opinione, che cioe le aurore nostre non siano altro » che un fenomene d'induzione elettrica prodotto dalle grandi aurore che avvengono sul » Sole.... Le aurore venivano cosi levate dalla categoria dei fenomeni puramente ter« restri e collocate nell' ordine dei fenomeni cosmici. »

(3) Voici comment s'exprime à cet égard M. Serpieri, directeur de l'Observatoire météorologique d'Urbino, dans sa Lettre du 31 mars 1872 :

« M. le professeur G.-B. Donati de Florence fut *le premier en Italie* qui donna le signal d'alarme pour combattre l'hypothèse atmosphérique.... Je vois bien que vous avez par votre propre inspiration imaginé la même théorie que nous soutenons en Italie. Mais, par vos recherches historiques, vous êtes remonté plus haut, et rappelant les travaux et les anciennes opinions du vénérable Dominique Cassini et de de Mairan, vous avez raison de demander qu'on vous accorde que c'est là une théorie française et de proclamer que nous avons fini par retourner au point de départ.

» ...Je ne connaissais pas le Mémoire de Cassini quand j'ai publié mes Notes.... Je viens

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les rapports qui existent entre la météorologie terrestre et les mouvements des corps célestes. Faits révélés par les marées atmosphériques, rendues visibles de jour par les nuages et le soir par des lueurs électriques.* 2e Note de M. I.-J. SILBERMANN. (Suite au Mémoire sur les aurores boréales.)

« On sait que les espaces célestes sont parcourus en tous sens par un nombre immense de comètes. On sait de même que les astronomes les divisent en deux classes, savoir : 1° celles dont la marche a lieu dans le même sens que les corps planétaires; 2° celles, tout aussi nombreuses que les précédentes, dont la marche a lieu en sens contraire.

» Les premières sont appelées comètes à mouvement direct.

» Les secondes à mouvement rétrograde.

» Si l'on admet ce que l'observation de la direction des courants d'étoiles filantes montre d'une part, et de l'autre ce qui semble résulter des travaux de MM. Schiaparelli, Adams, Le Verrier, Tait, Newton, Chacornac, Roche, Faye, Wolff de Zurich, P. Secchi et Huggins, on est conduit à penser qu'il y a : 1° des essaims ou courants d'étoiles filantes ayant pour fonction de faire mouvoir les corps célestes, essaims ou courants correspondants et dépendants des comètes à marche directe (fonction avec laquelle se confond le pouvoir frigorifique); 2° des essaims ou courants d'étoiles filantes ayant pour fonction de modérer la vitesse acquise, en transformant la force vive de rotation et de propulsion en chaleur. Si l'on admet, dis-je, cette façon de concevoir le mécanisme ou rouage de l'univers, on reconnaîtra sans peine, par les très-longues excursions de certaines comètes, que le système solaire est relié aux autres systèmes du monde étoilé par ces espèces de courroies, composées de petits globes astéroïdaires, toujours entretenus en bon état, grâce à la fonction régénératrice des comètes. Comme je l'ai dit, je ne fais qu'indiquer ces questions d'ordre supérieur, car c'est aux géomètres et aux astronomes qu'il appartient d'établir définitivement la justesse de cette hypothèse ou d'en prouver l'inexactitude.

» Quant au mouvement de translation des planètes le long de leurs orbites, j'espère qu'il me sera de même possible de fournir aux astronomes quelques indications qui pourront servir à découvrir les causes agissantes de cette partie du mécanisme. Je puis dire, dès à présent, qu'on peut également attribuer cette fonction à certains courants d'astéroïdes.

» Il suit de l'ensemble de ces considérations que le Soleil lui-même est mû et pourvu en partie de la chaleur qui lui est nécessaire à peu près de la même façon que les planètes.

» Il résulte des observations qui établissent l'identité entre l'enveloppe nuageuse du Soleil et celle de la Terre, ainsi que l'analogie des courants alizés et les mouvements des taches ou trouées cyclonaires sur les deux astres, que la rotation du noyau solide du Soleil doit être plus rapide que son enveloppe nuageuse ne l'a fait supposer jusqu'ici; attendu que la Terre tourne aussi plus rapidement sur elle-même que la vue des nuages des courants alizés et les trouées cyclonaires ne le feraient croire, pour un observateur situé sur la Lune ou le Soleil. Quoique les trous cyclonaires soient emportés par la rotation terrestre, ils n'en sont pas

---

de le lire: C'est plus qu'un Mémoire, c'est une divination (*Più che una Memoria, è una divinazione*). — P.-AL. SERPIERI. »

moins emportés un peu en sens contraire le long de l'alizé, ce qui doit causer une erreur quant à l'exacte détermination de la vitesse de rotation du noyau solide, laquelle est causée par la traction en sens contraire des ondes des marées atmosphériques dues à la gravitation universelle, et qui engendre les courants alizés.

Il résulte de toutes ces considérations que c'est dans le spectre de la lumière des comètes qu'il faudra dorénavant chercher les raies brillantes de la série des corps simples qui entrent dans la composition des astéroïdes ou météorites. M. Huggins, le P. Secchi et M. Wolff de Zurich, qui ont déjà fait des observations de ce genre, découvriront ces raies dans la lumière des comètes à essaims moteurs et réfrigérants, soit sur les comètes à essaims calorigènes et modérateurs des mouvements planétaires.

» Peut-être que la prédominance de certains corps dans les météorites servira à reconnaître quelles fonctions elles ont remplies durant leurs excursions dans les espaces célestes. Un travail très-intéressant de MM. Troost et d'Hautefeuille, d'où il résulte que le silicium a un pouvoir calorifique considérable, fait penser que les météorites pierreuses ou asidérites, comme les appelle M. Daubrée, pourraient bien être considérées comme calorigènes, tandis que celles qu'il appelle sidérites, c'est-à-dire où le fer et le nickel dominent, pourraient être regardées comme des dynamophores (et peut-être aussi des magnétophores).

» Les étoiles filantes des courants frigorifères d'ouest à est comme celui du 2 mai (très-visibles dans les constellations de la Lyre et du Cygne) donnent lieu aux gelées blanches attribuées à la Lune rousse. Ces essaims d'astéroïdes sont généralement difficiles à bien voir, attendu leur faible éclat, la brièveté de leurs trajectoires et leur grande vitesse, ce qui fait qu'ils ont été moins remarqués que ceux des thermaphores d'est à ouest, dont les longues et brillantes trajectoires frappent la vue; par exemple, les Perséides auxquelles sont dus la chaleur et le beau temps de la mi-août; et les Léonides qui nous procurent l'été de la Saint-Martin (*voir* le tracé des trajectoires, d'après M. Alexandre Herschel, page 399, dans *le Ciel*, de M. A. Guillemin).

» Il est facile à toute personne de bonne volonté, possédant les connaissances les plus élémentaires de la physique, de vérifier l'exactitude des lois que j'ai énoncées plus haut concernant les aurores boréales et leur corrélation avec les étoiles filantes. L'occasion est très-proche, car il est probable que dans les premiers jours de mai, comme les années précédentes, on jouira du spectacle des apparitions d'aurores boréales.

» Pour bien observer, il suffit d'une attention soutenue et de bons yeux.

» Comme il ne s'agit, dans ce genre d'observations, ni de température absolue, ni de pression absolue, ni de déclinaison magnétique d'un nombre voulu de degrés, mais simplement d'oscillations dans un sens ou dans un autre, les instruments de haute précision ne sont pas rigoureusement nécessaires. Il n'y a à observer que des changements en plus et en moins, selon la direction moyenne des étoiles filantes soit d'ouest à est, soit d'est à ouest. Pour réussir à bien voir, il faut porter toute son attention sur une seule constellation : là où les petites étoiles sont très-visibles, afin de ne pas avoir la vue distraite ou fatiguée.

» Au bout de quelques instants, la vue est apte à apercevoir les moindres étoiles filantes.

» 1° On note leur direction et leur nombre.

» 2° On note la direction dans laquelle sont transportés les cirrhi.

» 3° On note de même la direction dans laquelle le vent inférieur emporte les nubécules cumuliformes.

» 4° Comme il ne s'agit que de savoir si la température devient plus chaude ou plus froide, un thermomètre à 65 centimes peut suffire. On notera la température d'heure en heure depuis la fin d'avril jusqu'après la période hebdomadaire des apparitions d'aurores boréales.

» 5° Quant à l'augmentation ou à la diminution de la pression atmosphérique, il suffit, pour pouvoir la constater (faute d'un baromètre, en ce cas, ne pas secouer le baromètre, mais noter avec soin la forme plus ou moins rebondie ou déprimée du menisque de la colonne de mercure), de se servir d'un baroscope Babinet, que l'on peut construire soi-même en prenant une bouteille au quart remplie d'eau rougie, dans laquelle on fait plonger un tube de verre d'un mètre de long à travers le bouchon que l'on a préalablement perforé d'un trou de la grandeur voulue pour y faire passer le tube de verre. On empêche la communication directe de l'air intérieur de la bouteille avec l'air extérieur, en faisant couler de la cire chaude sur le pourtour du bouchon, du tube de verre et du col de la bouteille. On y insuffle un peu d'air. Ce petit excès de pression dans l'intérieur du baroscope produit l'ascension de l'eau rougie dans le tube de verre : on n'a plus alors qu'à fixer un index en papier contre le tube. Si la pression atmosphérique augmente, la colonne baisse; si au contraire elle diminue, la colonne d'eau rougie monte. On trace sur l'index des divisions équidistantes que l'on numérote.

» Avant, pendant et après cette huitaine, on note d'heure en heure les hausses et les baisses. Mais pendant l'apparition des aurores, il faut noter les variations barométriques, thermométriques et magnétiques à chaque changement dans les apparences du phénomène.

» On fera bien de faire autant de croquis du phénomène qu'il présentera de phases.

» Pour éliminer autant que possible toute erreur pouvant provenir de l'action de la chaleur extérieure sur l'air du baroscope, il suffit d'entourer la bouteille de duvet ou de petites plumes, de laine ou de ouate, en maintenant le vase dans une boîte en bois ou en carton ; au besoin, on peut atteindre ce but par à peu près, en plongeant la bouteille au milieu d'un manchon de dame.

» 6° Afin de pouvoir déterminer le sens de la déviation de la boussole par rapport à celui du courant d'astéroïdes, et par rapport aux phases de l'aurore boréale, comme éclat et comme mouvement si l'on ne possède pas de boussole, on peut en improviser une suffisamment grande et sensible à la fois. Pour l'exécuter il suffit 1° de faire aimanter une aiguille à tricoter; 2° de l'embrocher par le milieu dans un bouchon de liége; 3° d'embrocher dans ce bouchon (par la tête et dans une direction perpendiculaire) une aiguille à coudre, laquelle servira de pivot; 4° d'embrocher, en piquant dans le même bouchon et selon un plan perpendiculaire à l'aiguille, deux minces baguettes de bois ou de plume lestées par des boulettes de mie de pain, de cire à cacheter ou de plomb; elles doivent être piquées obliquement dans le bouchon de liége, de façon à présenter l'aspect des deux branches de la lettre A et de façon à ce que le centre de gravité de cette espèce de balance se trouve au-dessous de la pointe du pivot; un godet en porcelaine pourra servir de pivot. On disposera le tout au fond d'un vase en faïence ou en verre, qu'on recouvrira d'un carreau de verre pour préserver la boussole des agitations de l'air. Enfin pour avoir un repérage divisionnaire en degrés, il suffit de décalquer ou reporter 360 divisions millimétriques sur une bandelette de papier solide. On la recourbe en cercle, on la fixe circulairement sur un disque en papier de même grandeur, que l'on fixe par son centre au travers de l'aiguille qui sert de pivot; ainsi cen-

tré, on le fixe en le collant au-dessous du bouchon; on fixe un index ou repère (par exemple la pointe d'un cure-dent) sur les parois du vase, et l'on se trouvera avoir ainsi improvisé sans dépense une boussole d'une sensibilité très-suffisante pour noter les déviations magnétiques dues soit aux courants d'astéroïdes, soit à l'électricité des courants aériens ou terrestres (écarter de soi et de la boussole tout objet en fer ou en acier).

» On voit que les frais pour exécuter tout l'attirail strictement nécessaire comme instruments d'observations météorologiques et de mécanique céleste ne reviennent guère plus qu'à un franc. Je donne ces indications afin que toutes les personnes que ces questions intéressent soient mises à même de pouvoir constater *de visu*, sans embarras ni sacrifices onéreux, les divers genres de corrélations des phénomènes de la météorologie terrestre avec ceux du mécanisme de l'univers, et de pouvoir contribuer peut-être aussi à leur tour à l'avancement de la science. C'est pour cela que j'ai cherché à réduire le tout à sa plus simple expression. »

M. **Duponchel** adresse une Note relative à la cause des aurores boréales.

Suivant l'auteur, l'aurore boréale serait analogue à l'aurore matinale, ou plutôt crépusculaire, qui, dans nos climats, suit le coucher du Soleil : elle serait due à la modification des ondes calorifiques, qui, cessant de traverser l'atmosphère pour lui devenir tangentielles et même osculatrices au voisinage des pôles, produiraient des effets de lumière et peut-être d'électricité.

M. **Bellanger** adresse, de Saint-Brieuc, des observations relatives à l'avance qu'éprouve le point d'ébullition de l'eau lorsqu'elle est mélangée à des liquides plus volatils. Les expériences ont été faites sur des mélanges d'eau et d'alcool du commerce, dans diverses proportions : le point d'ébullition a varié entre 91°,5 et 99°,5.

M. **Sallé** transmet à l'Académie trois crustacés nouveaux, recueillis par M. *Belfrage* dans un voyage dans le Texas.

(Renvoi à l'examen de M. Blanchard.)

M. **Soubrani** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire « sur un procédé qui permettrait de photographier les planètes les plus voisines de la Terre, à une échelle considérable », Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

L'**Institut agricole catalan**, dans une Lettre datée du 16 de ce mois, s'adresse à l'Académie dans l'espoir d'en obtenir quelque renseignement

sur des recherches et des expériences dont il a été beaucoup parlé récemment en Catalogne, et dont l'auteur est M. *Victor Ugolini*. Il s'agit spécialement d'un genre de greffe pratiqué, dit-on, avec succès sur la vigne, et où le cep soumis à l'opération reçoit, au lieu d'un tronçon de rameau, un pepin fourni par un grain de raisin sec, pepin qui, venant à germer, donne bientôt lieu à une pousse vigoureuse.

Quelques personnes ont cru trouver dans cette opération, pratiquée à temps, un moyen de diminuer les pertes auxquelles le vigneron est exposé par l'avortement des bourgeons à fruit, pertes qui sont parfois la ruine de tout un canton. Aussi l'Académie de Médecine et de Chirurgie de Barcelone s'est-elle empressée dès qu'elle a eu connaissance des expériences de M. Ugolini, d'appeler sur elles l'attention de l'Institut agricole, mais sans pouvoir donner tous les détails qui auraient été désirables. C'est dans l'espoir d'en obtenir de plus complets, après les avoir vainement cherchés dans le pays même, que l'Institut agricole catalan s'est déterminé à s'adresser à l'Académie des Sciences.

Cette Lettre, qui est écrite en espagnol et signée du Vice-Président ainsi que du Secrétaire de la Société, est renvoyée à la Section d'Économie rurale.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 avril 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Sur les diverses manières de présenter la théorie des ondes lumineuses; par* M. DE SAINT-VENANT. Paris, 1872; br. in-8°.

*L'opéra et le drame lyrique, réplique à l'Assemblée nationale à propos des subventions théâtrales; par* M. BEULÉ. Paris, 1872; br. in-8°.

*Nouvelles études sur les quinquinas d'après les matériaux présentés en* 1867 *à l'Exposition universelle de Paris, et accompagnées de fac-simile des dessins*

*de la quinologie de Mutis, suivies de remarques sur la culture des quinquinas; par* J. TRIANA. Paris, 1870; in-folio. (Présenté par M. Duchartre.)

*Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France; par* M. Alph.-Milne EDWARDS; t. II. Paris, 1869-1871; 1 vol. in-4°, avec planches.

Hepaticæ Galliæ. *Herbier des hépatiques de France;* fascicule 2 (n^os 26 à 50), publié par M. T. HUSNOT. Sans lieu ni date; in-8°, cartonné. (Adressé par M. Husnot au concours Desmazières.)

*Mémoire sur la théorie du développement précoce des animaux domestiques; par* M. A. SANSON. Paris, 1872; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, de M. Ch. Robin.)

*Géologie du tunnel de Fréjus ou percée du mont Cenis; par* G. DE MORTILLET. Annecy, 1872; br. in-8°.

*Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant les années* 1870 *et* 1871; t. XIII. Bordeaux, 1872; in-8°.

*Détermination du coefficient de résistance élémentaire* K *de la formule* $R = KB^2 v^2$, *qui sert à mesurer la résistance des carènes; par* M. Ch. ANTOINE. Sans lieu ni date; br. in-folio, autographiée.

*Proceedings of the London Mathematical Society;* n^os 42, 43. London, sans date; in-8°.

*Comitato ordinatore pel terzo congresso bacologico internazionale presso la Societa agraria di Rovereto.* Sans lieu ni date; 3 pages in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1872.

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Duhamel*, Membre de la Section de Physique, décédé à Paris, ce matin 29 avril 1872.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur le jet électrique dans les gaz raréfiés, et en particulier sur sa puissance mécanique, par* **MM. A. DE LA RIVE** *et* **E. SARASIN.** (Extrait.)

« L'un de nous s'est déjà occupé du phénomène de la rotation qu'éprouve, sous l'influence magnétique, le jet électrique qu'on produit, au moyen de la bobine Ruhmkorff, dans un gaz raréfié. Nous venons de reprendre l'étude expérimentale de ce phénomène afin de pouvoir en déterminer mieux la nature et les conditions.

» Nous nous bornons dans cet Extrait à donner seulement quelques-uns des résultats que nous avons obtenus, réservant pour le Mémoire dont l'impression va avoir lieu, les détails des expériences et la description des appareils.

» Dans une première série d'expériences nous avons cherché à déter-

miner l'influence sur la vitesse de rotation du jet, du degré de raréfaction du gaz et de sa nature. Dans ce but, nous placions sur chacun des pôles d'un fort électro-aimant un bocal en verre cylindrique dans lequel le jet électrique allant d'une boule centrale à un anneau circulaire, pouvait, sous l'influence magnétique, tourner dans un plan horizontal comme une aiguille de montre. Les deux bocaux étaient parfaitement semblables, la force magnétique des deux pôles sur lesquels ils reposaient était exactement la même, et le même courant traversait successivement le gaz raréfié des deux bocaux disposés à la suite l'un de l'autre dans le circuit. Il en résultait que, lorsque les deux milieux gazeux étaient identiques, la vitesse de rotation des jets était la même dans les deux bocaux; c'est ce que nous avons vérifié par de nombreuses expériences. Cette vitesse ne pouvait donc varier qu'avec l'état ou la nature du milieu gazeux, puisque toutes les autres circonstances ne changeaient pas.

» Ainsi avec l'air atmosphérique, le nombre des tours du jet était, dans 30 secondes, à la pression de 13 millimètres, de 105 dans les deux bocaux également; or, en maintenant toujours l'air de l'un des bocaux à la pression de 13 millimètres, tandis que la pression était portée à 26 dans l'autre, on n'a plus eu que 63 tours dans ce dernier, tandis qu'on en avait 102 dans le premier; et à 39 millimètres de pression le nombre des tours a été seulement de 54, tandis qu'il était de 96 dans le bocal dont l'air avait gardé la pression de 13 millimètres. Les petites différences de vitesse observées dans le bocal dont l'air avait conservé la même pression, tiennent à ce que l'augmentation de pression dans l'autre affaiblissait naturellement un peu l'intensité du courant transmis à travers les deux bocaux successivement.

» Cette expérience répétée plusieurs fois, toujours avec le même résultat, quoique sous des formes différentes, montre que la vitesse de rotation du jet varie, toutes les autres circonstances restant les mêmes, avec la densité du milieu gazeux, mais qu'elle diminue dans un rapport moindre que celui suivant lequel la densité augmente.

» L'acide carbonique a donné le même résultat que l'air atmosphérique; le gaz étant à la pression de 30 millimètres dans l'un des bocaux, et de 15 dans l'autre, le nombre des tours du jet a été, dans 30 secondes, de 30 dans le premier, et de 50 dans le second.

» L'un des bocaux étant rempli d'air atmosphérique, et l'autre d'acide carbonique, et les deux gaz étant à la même pression de 20 millimètres, le nombre des tours a été, dans 30 secondes, de 40 dans l'air et seulement de 30 dans l'acide carbonique; ce qui montre que la densité propre du gaz,

indépendamment de la pression, exerce une grande influence sur la vitesse de rotation.

» Nous avons également soumis à l'expérience quelques autres gaz, mais, sauf l'acide carbonique, les autres gaz composés étant rapidement décomposés par le jet électrique, ils ne peuvent pas donner des résultats exacts; l'hydrogène n'est pas dans le même cas, mais la vitesse de rotation y est si grande, qu'elle est très-difficile à apprécier directement; nous reviendrons plus tard sur les résultats que donne l'emploi de ce gaz.

» Ces premières expériences nous ayant montré la résistance qu'éprouve le jet électrique de la part du milieu dans lequel il se meut, nous avons été amenés à essayer la résistance qu'exercerait sur lui un obstacle solide mobile. Dans ce but, nous avons suspendu au moyen d'un fil de cocon dans une cloche large et élevée, un petit carré de papier gommé, disposé de façon à présenter sa face verticale à l'action du jet électrique horizontal. Chaque fois que, dans sa rotation sous l'action du magnétisme, le jet venait à rencontrer le carré de papier, celui-ci recevait une impulsion qui se renouvelait à chaque passage du jet, de sorte qu'il finissait par osciller comme un pendule. L'air atmosphérique dans lequel se faisait l'expérience était à la pression de 15 à 20 millimètres.

» Pour mieux étudier cette action mécanique du jet, nous avons remplacé le petit pendule par un tourniquet en ivoire, mobile au moyen d'une chappe en agate sur un pivot placé au centre, de manière à pouvoir se mouvoir dans un plan horizontal, parallèlement au jet, mais un peu au-dessous de lui. Les deux extrémités de l'aiguille d'ivoire portaient chacune un disque vertical en verre léger de 5 centimètres de diamètre, que le jet électrique, dans sa rotation, venait toucher en passant. Il en résultait pour le tourniquet une impulsion qui finissait par lui imprimer un mouvement de rotation dont la vitesse allait longtemps en croissant, et ne devenait constante que lorsque la résistance de l'air raréfié ambiant et le frottement de la chappe sur le pivot faisaient équilibre à la force accélératrice.

» Nous nous bornons à citer ici deux expériences qui donnent le nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes, soit dans l'air atmosphérique, soit dans l'hydrogène, à divers degrés de pression :

*Air atmosphérique.*

| Pression en millimètres. | Nombre de tours dans 30 secondes. |
|---|---|
| 10 | 11 |
| 8 | 16 |
| 5 | 25 |
| 4 | 30 |

*Hydrogène.*

| Pression en millimètres. | Nombre de tours dans 30 secondes. |
|---|---|
| 38 | 32 |
| 18 | 46 |
| 1 | 54 |

» Dans la dernière expérience le jet n'était plus visible, il n'y avait qu'une nappe circulaire, légèrement lumineuse, entre la boule centrale et l'anneau métallique qui, en tournant rapidement sous l'action du magnétisme, entraînait le tourniquet.

» Une nombreuse série d'expériences a été ensuite consacrée à étudier les variations d'intensité qu'éprouve le courant électrique qui produit le jet, quand celui-ci fait tourner le tourniquet. Pour mesurer ces variations nous avons employé le même appareil de dérivation dont nous avons fait usage dans notre précédent travail et que M. de la Rive a décrit dans son premier Mémoire sur ce sujet.

» Nous avons ainsi constaté que l'intensité du courant diminue sensiblement quand le jet fait marcher le tourniquet. Ainsi dans l'air atmosphérique le mouvement imprimé par le jet au tourniquet a déterminé dans l'air, à 9 millimètres de pression, une diminution de 10 degrés dans la déviation du galvanomètre qui, de 42 est descendu à 32 degrés, et dans l'air à 8 millimètres de pression une diminution de 11 degrés dans la déviation du galvanomètre qui de 45 est descendu à 34 degrés. Dans une autre expérience, où l'air était à la pression de 14 millimètres, le tourniquet faisant 18 tours dans 30 secondes et le jet électrique 72, le galvanomètre est descendu de 32 à 24 degrés, soit de 8 degrés.

» Avec l'hydrogène la diminution d'intensité du courant est moins sensible qu'avec l'air, ce qui tient à diverses causes, et en particulier à la plus grande conductibilité électrique de ce gaz. Elle n'est guère dans les conditions les plus favorables que de 5 degrés, et à de hauts degrés de raréfaction elle est encore moindre.

» La diminution d'intensité qu'éprouve le courant par la résistance qu'oppose au jet le tourniquet, nous a fait présumer que, sans tourniquet, la résistance que le milieu gazeux ambiant doit opposer au jet dans sa rotation produirait à elle seule le même effet, quoique à un degré moindre. C'est, en effet, ce que l'expérience a confirmé. Ainsi dans la grande cloche remplie d'air atmosphérique, à la pression de 19 millimètres, nous avons obtenu une diminution de 4 degrés dans la déviation du galvanomètre qui

est descendu de 43 à 39 degrés; la vitesse de rotation du jet était de 45 tours dans 30 secondes. La pression étant réduite à 8 millimètres et la vitesse du jet étant de 87 tours, nous avons également eu une diminution d'intensité de 4 degrés. L'augmentation de la vitesse du jet qui était à peu près double compensait ici la diminution de la masse du gaz qui était deux fois et demie moindre environ.

» En déterminant la diminution d'intensité du courant avec et sans l'emploi du tourniquet, nous avons obtenu avec l'air atmosphérique une diminution de 8 degrés (28 à 20 degrés) à la pression de 18 millimètres avec une vitesse du jet de 102 tours dans 30 secondes, et en mettant le tourniquet, une diminution de 10 degrés pour une vitesse du tourniquet de 22 tours, et du jet de 82 tours dans 30 secondes.

» Avec l'hydrogène sans tourniquet, la rotation ne détermine aucune diminution sensible d'intensité; il faut remarquer que dans ce cas le jet disparaît et se répartit en un nombre infini de filets dans toute la masse du gaz, comme le ferait, dans les mêmes circonstances, un courant électrique ordinaire dans un liquide conducteur, de sorte que la nappe gazeuse tourne tout entière sous l'action de l'aimant.

» Toutefois, avant de conclure de ces dernières expériences que c'est à la puissance mécanique exercée par le jet, soit sur le tourniquet, soit sur la masse gazeuse, qu'est due la diminution d'intensité du courant, il faut tenir compte d'une circonstance qui peut influer sur cette diminution, savoir, le refroidissement qu'éprouve le jet dans sa rotation, par son contact, soit avec le moulinet, soit avec le milieu gazeux. Ce refroidissement peut être constaté dans ces derniers cas par le manomètre, qui indique une pression légèrement plus considérable quand le jet est en rotation que lorsqu'il est immobile, ce qui ne peut tenir qu'à ce que dans son mouvement il vient en contact avec les différentes parties du milieu gazeux et le réchauffe ainsi davantage. Cependant, si l'on compare cet effet avec la diminution d'intensité du courant, on ne trouve pas un rapport qui puisse rendre compte suffisamment de cette influence. Ainsi avec l'air atmosphérique, sous une pression de 10 millimètres, en employant une cloche de moins grande dimension, on obtient pour une vitesse de rotation de 90 tours dans 30 secondes une diminution d'intensité du courant de 8 degrés (de 42 à 34 degrés), tandis que l'augmentation de pression n'est que de $\frac{8}{100}$ de millimètre, ce qui indique une bien faible élévation de température du milieu gazeux, et par conséquent un bien faible refroidissement du jet.

» Il y a plus; si au moyen d'un appareil disposé dans ce but, on donne

à la cloche qui renferme le gaz raréfié avec le tourniquet, un mouvement de rotation sur son axe, la diminution d'intensité est presque nulle quand on fait tourner l'appareil dans le même sens et avec la même vitesse que l'aimantation imprime au jet, tandis que, dans les mêmes circonstances, le mouvement de rotation imprimé au tourniquet par le jet produit une diminution d'intensité du courant de 5 à 3 degrés. On peut même, sans employer l'action de l'aimant, imprimer directement au tourniquet, au moyen de la vitesse acquise par la rotation rapide de la cloche, un mouvement de rotation tel qu'il vienne rencontrer et couper le jet demeuré immobile, plusieurs fois dans sa rotation, sans qu'il en résulte de changement dans l'intensité du courant. Et cependant, si cette diminution était due au refroidissement du jet opéré par son contact avec le tourniquet, on devrait l'observer dans ce cas, tandis que si elle provient du travail exercé sur le tourniquet, comme il n'y en a point dans cette expérience, il ne doit pas y avoir de diminution; or, c'est ce qui a lieu (1).

» La question mérite, du reste, d'être examinée de plus près, et c'est ce que nous comptons faire.

» Nous ne nous arrêterons donc pas pour le moment sur les conséquences qu'on peut tirer de nos expériences, en particulier en ce qui concerne la constitution de ce filet gazeux lumineux qui forme le jet et qui a une puissance mécanique si prononcée. Nous nous bornerons à observer qu'il a une analogie marquée avec la partie de la décharge électrique de la bobine Ruhmkorff dans l'air sous la pression ordinaire, que M. Perrot avait désignée sous le nom d'*auréole* et qu'il avait trouvé être susceptible de se déplacer sous une simple impulsion mécanique, telle que le souffle. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs aux obliques menées par les points d'une courbe sous des angles de même grandeur; par* M. CHASLES.

« On mène en chaque point d'une courbe $U_m$, d'ordre $m$, une oblique sous un angle de grandeur donnée, compté à partir de la tangente, dans un sens de rotation déterminé. Ces obliques, qui offrent une généralisation

(1) L'emploi de la table tournante permet de montrer de la manière la plus directe que la division qu'éprouve le jet dans sa rotation sous l'influence de l'aimant, n'est qu'une illusion qui dépend uniquement de la vitesse de cette rotation et de l'impression persistante qui en résulte sur la rétine. En effet, si, sans employer l'aimant, on fait tourner sur son axe mécaniquement la cloche où est le jet, celui-ci présente exactement l'apparence des rayons d'une roue, lorsqu'on atteint avec la rotation un certain degré de vitesse.

des normales, ont été considérées en premier lieu, il y a plus d'un siècle et demi, par Réaumur (1). Leur courbe enveloppe a été appelée alors par Fontenelle *développée imparfaite* (2). Réaumur démontre que le point où l'oblique d'un point $a$ de $U_m$ touche la courbe enveloppe est situé sur le cercle dont le diamètre est le rayon de courbure du point $a$; il donne, en outre, l'expression analytique de la distance du point de contact au point $a$. Au commencement de ce siècle, Lancret a nommé ces courbes *développoïdes*, et en a étendu la conception aux courbes à double courbure (3) : il suppose que par tous les points d'une courbe, plane ou à double courbure, on mène des droites qui se rencontrent deux à deux consécutivement, en coupant la courbe sous un angle constant; ces droites sont les tangentes de la *développoïde*, ligne plane ou à double courbure, suivant que la courbe proposée est elle-même plane ou à double courbure. C'est principalement aux courbes à double courbure qu'est consacré ce travail, qui faisait suite à un Mémoire beaucoup plus important sur la théorie générale des courbes à double courbure (4). Je crois que, depuis cette époque, on ne trouve à citer, concernant la développoïde plane, qu'un travail assez récent de M. Dewulf (5). Dans ce travail, M. Dewulf, se proposant d'abord de démontrer analytiquement deux théorèmes d'un Mémoire de Steiner concernant les normales (6), étend ces théorèmes aux obliques. Il démontre que les obliques abaissées d'un point sur une courbe d'ordre $m$ ont leurs pieds sur une autre courbe d'ordre $m$; d'où il conclut qu'il y a $m^2$ obliques [supposé qu'il s'agit de la courbe générale, c'est-à-dire représentée par l'équation générale du degré $m$, dont tous les coefficients sont indépendants entre eux, auquel cas la courbe est dépourvue de points multiples (7)]. M. Dewulf appelle cette courbe d'ordre $m$ *première polaire inclinée*. Il en démontre quelques propriétés.

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1709, p. 149-162, et 185-192.

(2) *Histoire de l'Académie pour* 1709, p. 64-68.

(3) *Mémoire sur les développoïdes des courbes planes, des courbes à double courbure et des surfaces développables;* lu à l'Institut le 22 décembre 1806. Voir *Mémoires des Savants étrangers*, t. II, 1811; p. 1-79.

(4) Lu le 6 floréal an x. Voir *Mémoires des Savants étrangers*, t. I, 1806, p. 416-454.

(5) *Mémoire sur les polaires inclinées*. Voir *Nouvelles Annales de Mathématiques*, t. XVIII, 1859, p. 322-333, et t. XIX, 1860, p. 175-180.

(6) *Journal de Crelle*, t. XLIX, 1854. — *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, t. XX, 1855, p. 36-53.

(7) Ce nombre $m^2$ des normales qui passent par un même point a été donné en premier

» On voit que l'on s'est fort peu occupé jusqu'ici des obliques de Réaumur, susceptibles cependant de donner lieu à une théorie fort étendue, comprenant particulièrement, sous un énoncé plus général, tout ce qu'on a trouvé successivement concernant les normales. C'est probablement parce qu'en analyse la double condition d'un angle de grandeur donnée, et du sens de rotation dans lequel il doit être compté, complique singulièrement les calculs propres au cas de l'angle droit, où l'expression même de l'angle devient nulle. Mais les théories récentes de la géométrie évitent ces difficultés, à tel point qu'il est tout aussi simple de traiter les questions d'obliquité sous un angle donné, que toutes celles de l'angle droit. Cela résulte de l'introduction du rapport anharmonique dans les considérations suivantes :

» 1° *Les deux côtés d'un angle* (A, A') *tournant autour de son sommet font sur une droite fixe deux divisions homographiques dont les points doubles sont toujours les mêmes, quelle que soit la grandeur de l'angle;*

» 2° *Si la droite fixe est à l'infini, les deux points doubles sont les deux points dits* circulaires, *qui appartiennent à tous les cercles tracés dans un plan* (2).

» En d'autres termes : *Les deux côtés d'un angle* (A, A'), *tournant autour de son sommet, rencontrent la droite de l'infini en deux points variables* a, a', *qui font un rapport anharmonique constant* $\lambda$, *avec les deux points circulaires* e, f; *rapport égal à* $-1$, *dans le cas de l'angle droit* (3).

» Ainsi la condition d'un angle de grandeur donnée, exprimée par un rapport anharmonique formé avec deux points fixes, toujours les mêmes, est tout aussi simple que dans le cas particulier de l'angle droit. Aussi toutes les démonstrations relatives aux normales s'appliquent-elles d'elles-mêmes aux obliques.

» On en trouve divers exemples dans les applications de la théorie des deux caractéristiques des systèmes de coniques, je rappellerai celle-ci : *Le*

---

lieu par M. Terquem (*Journal de Mathématiques*, t. IV, 1839, p. 175), ainsi que le nombre $m^3 - m^2 + m$ des normales menées d'un point à une surface d'ordre $m$, dont on ne connaissait encore que le cas des surfaces du deuxième ordre (*Correspondance mathématique et physique* de M. Quetelet, t. XI, 1839, p. 90). M. Salmon a donné, le premier, l'expression générale $m + n$ du nombre des normales d'une courbe douée de points multiples, ainsi que l'ordre de la développée, $t' + 3m$ (*Higher planes curves*, Dublin, 1852, p. 109 et 112).

(2) On sait que la notion des points circulaires, c'est-à-dire cette propriété de tous les cercles décrits dans un plan d'avoir deux points communs, imaginaires à l'infini, est due à Poncelet.

(3) *Traité de Géométrie supérieure*, 1852, p. 120 et 461.

*lieu des pieds des obliques abaissées d'un point fixe sur les coniques d'un système* $(\mu, \nu)$, *sous un angle de grandeur donnée, et dans un sens de rotation déterminé, est une courbe de l'ordre* $(2\mu + \nu)$ *qui a trois points multiples de l'ordre* $\mu$, *l'un en* P *et les deux autres à l'infini, aux deux points circulaires* (1).

» Depuis, donnant une démonstration extrêmement simple et directe du nombre $(m+n)$ des normales que l'on peut mener à une courbe $U_m^n$ d'ordre $m$ et de la classe $n$, j'ai ajouté que cette démonstration s'appliquait au cas des obliques (2). Puis, après avoir donné un très-grand nombre de théorèmes où interviennent des normales, et particulièrement les théorèmes sur les axes harmoniques des courbes, dans lesquels on considérait des points correspondants sur des courbes unicursales, j'ai fait remarquer que ces théorèmes généraux donnent lieu, comme cas particuliers immédiats, à des théorèmes sur les normales et sur les obliques (3). Ces obliques, grâce à la notion du rapport anharmonique et au principe de correspondance, qui a été le seul mode de démonstration de tous ces théorèmes, ne présentent donc aucune difficulté de plus que les normales. Mais si le principe de correspondance s'applique immédiatement à ces questions si variées et si nombreuses, il en est cependant qui présentent parfois de très-grandes difficultés, dans la recherche et la détermination du nombre des solutions étrangères, que peut renfermer un premier résultat obtenu souvent par le plus simple raisonnement. Ces solutions étrangères peuvent être diverses dans une même question : mais ce sont celles principalement auxquelles peuvent donner lieu les points singuliers d'une courbe, dont il peut être difficile parfois de reconnaître l'importance numérique effective.

» Je vais démontrer, comme exemples du procédé général de démonstration, quelques-uns des théorèmes qui appartiennent à cette théorie des obliques.

THÉORÈMES.

» I. *Si chaque tangente d'une courbe* $U_{m'}$ *coupe une courbe* $U_m$ *en* m *points, les obliques de ces points se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre* $\frac{n'[2m(m+n-1)-3n-d']}{2}$.

» *Démonstration.* — Par un point $x$ d'une droite L passent $(m+n)$

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII, 1864, p. 427.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXII, 1871, p. 397.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXIV, 1872, p. 23.

obliques de $U_m$; par les pieds $a$ de ces obliques on mène $(m+n)n'$ tangentes à $U_{m'}$, qui coupent $U_m$ en $(m+n)n'(m-1)$ points $a'$; les obliques de ces points coupent L en $n'(m-1)(m+n)$ points $u$. De même, à un point $u$ correspondent $n'(m-1)(m+n)$ points $x$. Il existe donc $2n'(m-1)(m+n)$ points $x$ qui coïncident chacun avec un point $u$ correspondant. Mais il y a $n'(n+d')$ solutions étrangères, dont $n'n$ sont dues aux $n'n$ tangentes communes à $U_{m'}$ et $U_m$, et $n'd'$ aux points de rebroussement de $U_m$. Il reste

$$2n'(m-1)(m+n) - n'n - n'd' = n'[2m(m+n-1) - 3n - d'].$$

C'est le nombre des coïncidences de $x$ et $u$. Or chaque corde $aa'$ satisfaisant à la question, donne lieu à deux coïncidences; donc le nombre des cordes telles, que les obliques en leurs extrémités $a$, $a'$ se coupent sur L, est

$$\frac{n'}{2}[2m(m+n-1) - 3n - d'].$$

Donc ce nombre exprime l'ordre de la courbe. Ce qu'il fallait démontrer.

» La courbe a $\frac{m''n'[2m(m+n-2) - n - d']}{2}$ points sur une courbe $U_{m''}$. Il s'ensuit que, réciproquement :

» II. *Si de chaque point d'une courbe $U_{m''}$ on abaisse des obliques sur une courbe $U_m$, les cordes qui joignent deux à deux les pieds de ces obliques enveloppent une courbe de la classe* $\frac{m''[2m(m+n-2) - 3n - d']}{2}$.

» Car cette courbe aura toujours $\frac{m''n'[2m(m+n-2) - 3n - d']}{2}$ tangentes communes avec une courbe de la classe $n'$.

» Si dans le théorème I la courbe $U_{m'}$ se réduit à un point O, $n'=1$, et l'on a ce théorème :

» III. *Une droite tournant autour d'un point O rencontre une courbe $U_m$ en $m$ points; les obliques de ces points se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre* $\frac{2m(m+n-1) - 3n - d'}{2}$.

» Et si dans le théorème II, la courbe $U_{m''}$ est une droite, $m''=1$; et l'on en conclut que :

» IV. *Si de chaque point d'une droite D on abaisse des obliques sur une courbe $U_m$, les cordes qui joignent deux à deux les pieds de ces obliques enveloppent une courbe de la classe* $\frac{2m(m+n-1) - 3n - d'}{2}$.

» Si l'on veut démontrer ce théorème directement, on trouve des solu-

tions étrangères introduites par les points de la courbe enveloppe des obliques, qui se trouvent sur $U_m$. Cette circonstance offre un moyen de déterminer l'ordre de cette courbe enveloppe.

» V. *La courbe enveloppe des obliques d'une courbe $U_m$ est de l'ordre $3n + d'$.* Cherchons à démontrer le théorème IV.

» Une droite IX coupe $U_m$ en $m$ points $a$; les obliques de ces points rencontrent D en $m$ points $\alpha$, d'où l'on abaisse $m(m+n-1)$ autres obliques; par les pieds $a'$ de ces obliques passent $m(m+n-1)$ droites IU. De même, à une droite IU correspondent $m(m+n-1)$ droites IX. Il existe donc $2m(m+n-1)$ droites IX qui coïncident chacune avec une droite correspondante IU. Mais il existe des solutions étrangères, en nombre N, dues aux points de la courbe enveloppe des obliques de $U_m$ qui se trouvent sur la droite D; car un de ces points $\alpha$ est à l'intersection de deux obliques infiniment voisines, c'est-à-dire, apppartenant à deux points $a$, $a'$ de $U_m$, infiniment voisins, situés sur deux droites IX, IU, qui coïncident donc, à la limite, et donnent une solution étrangère. Il existe donc ainsi N solutions étrangères; et il reste $2m(m+n-1) - N$ coïncidences de IX et IU, donnant les cordes $aa'$ qui passent par le point I. Mais le nombre effectif de ces cordes est simplement sous-double, c'est-à-dire, $\frac{2m(m+n-1)-N}{2}$, parce que le point $a$ occupe successivement les deux extrémités de chaque corde. Or nous savons (IV) que ce nombre est

$$\frac{2m(m+n-1)-(3n+d')}{2}; \text{ donc } N = 3n + d'. \quad \text{C. Q. F. D.}$$

» VI. *Si l'on mène de chaque point d'une droite les tangentes d'une courbe $U_m$, les cordes qui joignent deux à deux les points de contact de ces tangentes enveloppent une courbe de la classe $\frac{n(2m-3)-3n-d'}{2}$.*

» *Démonstration.* — Une droite IX rencontre $U_m$ en $m$ points $a$; les tangentes en ces points coupent D en $m$ points $\alpha$, d'où l'on mène $m(n-1)$ autres tangentes $\alpha a'$; par les points de contact de ces tangentes passent $m(n-1)$ droites IU. De même, à une droite IU correspondent $m(n-1)$ droites IX. Il existe donc $2m(n-1)$ droites IX qui coïncident chacune avec une droite correspondante IU. Mais il existe $m + t'$ solutions étrangères, dont $m$ sont dues aux $m$ points $a$ de $U_m$ situés sur D, et $t'$ aux $t'$ tangentes d'inflexion de $U_m$. Il en reste $2m(n-1)-m-t'$, qui appartiennent, par couples, à $\frac{2m(n-1)-m-t'}{2}$ cordes $aa'$ passant par le point I. Donc

la courbe cherchée est de la classe $\frac{2m(n-1)-m+t'}{2}$, ou

$$\frac{2m(n-1)-n-d'}{2}=\frac{n(2m-3)+d'}{2},$$

parce que $m+t'=n+d'$. C. Q. F. D.

» On conclut de ce théorème le suivant :

» VII. *Une droite tournant autour d'un point* O *rencontre* $U_m$ *en* m *points; les tangentes en ces points se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre* $\frac{n(2m-3)-d'}{2}$.

» VIII. *Si de chaque point d'une droite* D *on mène les tangentes d'une courbe* $U_m$, *les obliques des points de contact se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre* $\frac{2n(m+n-1)-3n-d'}{2}$.

» *Démonstration.* — D'un point $x$ d'une droite L on mène $(m+n)$, obliques de $U_m$, en $(m+n)$ points $a$; les tangentes en ces points coupent D en $(m+n)$ points $\alpha$, d'où l'on mène $(m+n)(n-1)$, tangentes $\alpha a'$; les obliques des points de contact $a'$ coupent L en $(m+n)(n-1)$, points $u$. De même, à un point $u$ correspondent $(m+n)(n-1)$, points $x$. Il existe donc $2(n-1)(m+n)$, points $x$ qui coïncident chacun avec un point $u$ correspondant. Mais il y a $m+t'$ solutions étrangères; dont $m$ sont dues aux $m$ points $a$ de $U_m$ situés sur D, et $t'$ aux $t'$ tangentes d'inflexion de $U_m$. Il reste

$$\begin{aligned}2(n-1)(m+n)-m-t' &= 2n(m+n-1)-3m-t'\\ &= 2n(m+n-1)-3n-d'.\end{aligned}$$

» Chaque coïncidence de $x$ et $u$ entre deux fois dans ce nombre; de sorte que la courbe cherchée est de l'ordre $\frac{2n(m+n-1)-3n-d'}{2}$.

» On peut démontrer directement, comme vérification, que la courbe a ce nombre de points sur la droite de l'infini $\Delta$. 1° L'oblique de chaque point $a$ de $U_m$ sur $\Delta$, coïncide avec $\Delta$; la tangente de ce point rencontre D en un point $\alpha$, d'où l'on mène $(n-1)$ tangentes $\alpha a'$; les obliques des $(n-1)$ points $a'$ coupent $\Delta$ en $(n-1)$ points appartenant à la courbe cherchée; ce qui fait $m(n-1)$ points, à raison des $m$ points de $U_m$ sur $\Delta$. 2° $n$ tangentes de $U_m$, sont parallèles à D; les obliques des $n$ points de contact ont donc deux à deux $\frac{n(n-1)}{2}$, points communs sur $\Delta$. 3° La courbe $U_m$ a $t$ tangentes doubles qui donnent lieu à $t$ couples d'obliques parallèles, ayant

donc $t$ points d'intersection à l'infini. 4° Enfin les $t'$ tangentes d'inflexion de $U_m$, donnent aussi $t'$ points d'intersection de 2 obliques infiniment voisines. Le nombre des points de la courbe cherchée, situés à l'infini, est donc

$$m(n-1)+\frac{n(n-1)}{2}+t+t'=\frac{2m(n-1)+n(n-1)+n^2-4n+2m-d'}{2}$$
$$=\frac{2n(m+n-1)-3n-d'}{2}. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» On conclut de ce théorème le suivant :

» IX. *Si de chaque point d'une droite* D *on mène les obliques d'une courbe* $U_m$, *les tangentes aux pieds de ces obliques se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre* $\frac{2n(m+n-1)-3n-d'}{2}$.

» Si l'on cherche à démontrer ce théorème directement, on a à tenir compte de solutions étrangères dues aux points de la courbe enveloppe des obliques de $U_m$, situés sur la droite D; et le résultat cherché étant connu, on en conclut le nombre de ces solutions étrangères, c'est-à-dire l'ordre de la courbe enveloppe des obliques, comme nous l'avons déjà fait (V).

» X. *Le nombre des obliques doubles d'une courbe* $U_m$ *est* $\frac{n(2m+n-4)-d'}{2}$.

Nous appelons *oblique double* une corde $aa'$ qui est oblique, sous un angle donné, en ses deux points $a$, $a'$, c'est-à-dire, qui fait avec les tangentes en ces points deux angles égaux à un angle donné, comptés dans un sens de rotation déterminé.

» *Démonstration.* — D'un point $x$ d'une droite L on mène $(m+n)$ obliques de $U_m$, en des points $a$, lesquelles rencontrent cette courbe en $(m+n)(m-1)$ points $a'$; les obliques de ces points coupent L en $(m+n)(m-1)$ points $u$. D'un point $u$ on mène $(m+n)$ obliques en $(m+n)$ points $a'$, d'où l'on mène $(m+n)(m+n-1)$ autres obliques qui coupent L en $(m+n)(m+n-1)$ points $x$. Il y a donc

$$(m+n)(m-1)+(m+n)(m+n-1)=(m+n)(2m+n-2)$$

points $x$ qui coïncident chacun avec un point $u$ correspondant. Mais il y a des solutions étrangères de quatre sortes : 1° $m(m+n-1)$ sont dues aux $m$ points de $U_m$ sur D; 2° $m(m-1)$, aux $m$ points de $U_m$ sur la droite de l'infini; 3° $2n$ aux $2n$ points de $U_m$ où l'oblique coïncide avec la tangente; et 4° enfin, $d'$ sont dues aux $d'$ points de rebroussement de $U_m$. Il reste

$$(m+n)(2m+n-2)-m(m+n-1)$$
$$-m(m-1)-2n-d'=n(2m+n-4)-d'.$$

Or chaque oblique double $aa'$ donne lieu à deux points de coïncidence de $x$ et $u$; le nombre effectif des obliques doubles est donc

$$\frac{n(2m+n-4)-d'}{2}. \qquad \text{C. Q. F. P.}$$

» XI. *Le nombre des cordes* aa' *d'une courbe* $U_m$, *qui sont obliques, sous un angle donné, en leur point* a, *et tangentes à* $U_m$ *en* a', *est* $n(m+n-4)$.

» *Démonstration.* — Par un point $x$ d'une droite L passent $(m+n)$ obliques en des points $a$, qui coupent $U_m$ en $(m+n)(m-1)$ point $a'$; les tangentes en ces points coupent L en $(m+n)(m-1)$ points $u$. D'un point $u$ partent $n$ tangentes; par leurs points de contact $a'$ passent $n(m+n-1)$ obliques qui coupent L en $n(m+n-1)$ points $x$. Il y a donc $(m+n)(m-1)+n(m+n-1)$ points $x$ qui coïncident chacun avec un point $u$ correspondant. Mais il y a $m(m+n-1)+2n$ solutions étrangères, dont $m(m+n-1)$ sont dues aux $m$ points de $U_m$ sur L, et $2n$ aux $2n$ points où l'oblique coïncide avec la tangente. Il reste

$$(m+n)(m-1)+n(m+n-1)-m(m+n-1)-2n=n(m+n-4).$$

Donc le nombre des cordes demandées est

$$n(m+n-4). \text{ »}$$

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Police sanitaire applicable à la peste bovine.* Note de **M. Bouley** (1).

« Une Conférence sanitaire internationale a été convoquée à Vienne, le 16 mars dernier, sur l'initiative du Gouvernement austro-hongrois, pour poser les bases d'un règlement de police sanitaire uniforme, grâce auquel les mêmes moyens étant appliqués, soit pour prévenir l'invasion de la peste bovine, soit pour empêcher sa propagation d'une manière certaine, les relations commerciales pourraient ne pas être interrompues entre les pays signataires de cette convention sanitaire, quand bien même, malgré les mesures préventives adoptées contre la peste, cette maladie aurait pu s'introduire dans une région ou dans une autre de ces différents pays.

» Onze États s'étaient fait représenter à cette Conférence par vingt-six délégués, savoir : l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, la France, la Grande-Bretagne, l'Italie, les principautés Roumaines, la Russie, la Ser-

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

vie, la Suisse et la Turquie. Il y avait parmi les délégués de ces États, quinze membres appartenant à l'enseignement vétérinaire et onze conseillers ou fonctionnaires administratifs, attachés au service sanitaire de leurs pays respectifs et ayant toute compétence pour se prononcer en connaissance de cause sur les différentes questions qui devaient être soumises à leur appréciation.

» Le questionnaire sur lequel la Conférence a été appelée à délibérer, ne comptait pas moins de soixante-cinq questions, auxquelles l'initiative de plusieurs membres en a ajouté quelques-unes encore. Eh bien, chose remarquable, et qui mérite à coup sûr d'être signalée, tant elle sort de ce qui est ordinaire, malgré le nombre des membres de la Conférence et celui des questions posées, les décisions prises et formulées dans « un exposé des » principes devant servir de base à un règlement international contre la » peste bovine » ont été adoptées toutes, à l'unanimité des voix, sauf dans deux cas, d'une importance secondaire, où l'accord n'a pas été aussi complet.

» Cet accord si parfait, et dont on n'est pas coutumier dans les choses qui ressortissent à la Médecine, résulte de ce qu'aujourd'hui il n'y a plus, il ne peut plus y avoir de divergence sur la nature exotique de la peste bovine, par rapport à l'Europe occidentale et centrale, et sur son mode de propagation. On sait aujourd'hui, de la manière la plus certaine, comme j'ai eu l'honneur de le rappeler l'année dernière à l'Académie, qu'en dehors de la Russie, elle ne se développe jamais spontanément, sur n'importe quelle race, même celle des steppes; et que, conséquemment, lorsqu'elle se manifeste quelque part, en dehors de son pays originel, c'est que, d'une manière ou d'une autre, elle y a été importée. On sait également que lorsqu'elle persiste plus ou moins longtemps dans les pays qu'elle a envahis, elle ne s'y entretient que par la contagion, qu'elle ne peut se perpétuer qu'autant qu'elle trouve où se prendre, et qu'elle s'éteint toujours quand cette condition vient à lui manquer. Ce qui revient à dire, contrairement à ce que prétendent certains médecins, trop fortement imprégnés de vieilles idées doctrinales, que la peste bovine n'est pas susceptible de devenir une maladie de nos pays, sous l'influence de ce qu'on appelle, assez obscurément, un génie épidémique. Il y a cent vingt ans, elle a persisté, treize années consécutives, en Angleterre, parce qu'on n'avait pas su s'en débarrasser; mais le fantôme de l'épidémicité ne tarda pas à s'évanouir quand on se décida à s'attaquer à la contagion et à annuler ses effets.

» Le même fait s'est reproduit, dans le même pays, en 1866, et d'une manière plus flagrante encore. Lorsqu'à cette époque, la peste y fut

importée par les voies commerciales, on s'obstina à en méconnaître l'origine et à la considérer comme une maladie indigène, développée sous l'influence de la chaleur exceptionnelle de la saison; et, sous l'impression de cette fausse idée, on se refusa, pendant de trop longs mois, à l'application des mesures sanitaires dont l'expérience du continent attestait l'efficacité certaine. De là, l'immense sinistre dont furent frappées l'Angleterre et l'Écosse. Mais, lorsqu'enfin l'erreur fut reconnue et que le Parlement convoqué eut voté le bill de l'abattage qui armait les autorités anglaises d'un pouvoir suffisant pour faire abattre, au nom de l'intérêt général, les animaux qui pouvaient donner prise à la contagion et en étendre le foyer, alors, chose en apparence assez singulière et qui, de fait, n'est pas commune dans les annales de la médecine, l'épizootie, qui était en pleine activité de destruction, ne tarda pas à disparaître par commandement exprès du gouvernement.

» La contagion, voilà donc la cause exclusive de l'importation, de la propagation et de la permanence plus ou moins durable de la peste bovine, dans les pays de notre Europe, et dans ceux de l'Europe centrale. C'est de cette notion, si certaine et si incontestable, que procèdent toutes les mesures sanitaires que la Conférence internationale a arrêtées, et dont elle propose l'adoption à tous les gouvernements des pays qui sont naturellement exempts de la peste, et qui ne la subissent que par accident.

» Mais, s'il est certain que cette maladie ne se développe jamais spontanément au delà des frontières de l'empire de Russie, est-ce que toutes les provinces de cet empire doivent être tenues toutes pour également suspectes et frappées du même interdit? C'est là une question qu'il eût été bien important de résoudre dans l'intérêt des relations commerciales, mais les éléments de cette solution ont manqué à la Conférence. Il est présumable, d'après les éléments que les délégués de la Russie ont fait connaître que, dans les provinces occidentales de cet empire, la peste ne procède que de la contagion comme dans les autres parties de l'Europe, et que c'est dans les territoires asiatiques qu'elle trouve les conditions de son développement spontané; mais ce n'est là qu'une présomption. Et comme en définitive, le courant des bestiaux des monts Ourals vers les frontières occidentales de l'empire dissémine trop communément les germes de la contagion dans les pays qu'il traverse, force a bien été de laisser la Russie, jusqu'à nouvel ordre, en dehors de la convention sanitaire qu'il s'agissait d'établir et de ne permettre l'exportation de son bétail que sous certaines garanties plus ou moins efficaces dont je vais dire quelques mots tout à l'heure.

» Les dangers de la peste bovine dont les menaces pèsent incessamment

sur l'Europe, par cela même que la Russie n'est pas encore parvenue à en défendre ses provinces occidentales, ne pourraient-ils pas être conjurés par une inoculation généralisée et rendue obligatoire dans toute l'étendue des steppes? Mais les steppes, c'est l'immensité, et elles sont peuplées par des troupeaux que l'on peut appeler innombrables. Est-ce que, dans de telles conditions, l'inoculation est véritablement praticable? A première vue, il semble que cette question ne doive être résolue que par la négative. Cependant l'objection de l'impossibilité tombe devant ce fait que la très-grande majorité des animaux mâles des steppes sont des bœufs et que, conséquemment, chacun, individuellement, a passé par les mains de l'émasculateur. Si l'émasculation est possible, l'inoculation pourrait l'être également. Mais présente-t-elle des avantages économiques réels? Sur ce point les opinions sont restées divisées parmi les membres de l'enseignement vétérinaire en Russie; tandis que les uns continuent à préconiser l'inoculation, d'autres la combattent résolûment. Après de longues et coûteuses expériences, le gouvernement de Russie y a renoncé; et la Conférence internationale, se basant sur les résultats de ces expériences, qui donnent une mortalité moyenne de 13 pour 100, même sur les troupeaux des steppes, mortalité qui peut s'élever jusqu'à 50 pour 100, comme cela a été le cas à Orenbourg et à Khersou, en 1860 et 1863, a émis l'avis que, dans les pays où la peste bovine règne à l'état endémique, rien n'autorise à la prescrire comme une mesure qui ait fait ses preuves au point de vue de ses avantages économiques réels.

» Quant à l'application de cette méthode, prétendue préventive, aux bestiaux de l'Europe centrale et occidentale, la Conférence a formulé l'opinion qu'il fallait la répudier absolument, parce qu'elle serait trop fertile en désastres dans les pays où on aurait l'imprudente audace d'en faire l'application. De fait, le dépouillement des documents relatifs aux inoculations pratiquées dans l'Europe centrale et occidentale depuis cent vingt ans, donne un chiffre moyen de mortalité de 18 à 19 pour 100; ce qui réaliserait d'emblée, et de propos délibéré, une perte de 1900000 têtes de bétail rien que pour la France seulement, à supposer que sa population bovine soit de 10 millions (1). Or la peste, même dans les conditions si malheureuses où elle a fait invasion sur notre territoire, et avec les moyens si insuffisants que l'on a pu opposer dans le principe à sa propagation, n'a

(1) Le chiffre de la population bovine, d'après le recensement de 1866, est de 12733188.

donné lieu encore qu'à une perte totale de 35000 animaux, morts ou abattus.

» Le rapprochement de ces chiffres peut me dispenser de longs commentaires; il donne à lui seul la mesure de la valeur pratique de l'inoculation, appliquée comme mesure préventive en dehors de la Russie.

» Étant reconnu que le bétail de la Russie est exposé à contracter la peste d'une manière plus ou moins inévitable, soit par la fatalité de son origine, soit plutôt, pour une très-grande étendue du territoire, par la fatalité de la contagion à laquelle il est difficile d'opposer une barrière efficace dans les conditions économiques actuelles du pays, il n'était pas possible de permettre l'exportation libre du bétail russe. La question même de savoir s'il fallait absolument l'interdire a été discutée dans la Conférence et résolue affirmativement par les délégués de l'Allemagne, dont les frontières sont fermées au bétail russe : chose très-praticable en raison du service des douanes, et surtout des caractères si distinctifs des animaux de la race des steppes, qui tranchent si nettement avec ceux qui appartiennent aux races indigènes des provinces allemandes limitrophes de l'empire russe. Mais si, dans de telles conditions, il est possible d'empêcher l'importation en Allemagne du bétail de la Russie, il n'en est pas de même pour l'empire austro-hongrois, dont les frontières, mesurant une étendue de plus de cent vingt lieues, sont difficiles à fermer à la contrebande, et dont les steppes sont peuplées par des animaux de la même race que celle des steppes russes. Et puis les bœufs russes contribuent pour une part importante à l'approvisionnement des grandes étables d'engraissement des distilleries de la Gallicie et des marchés des grandes villes. Vienne, à elle seule, en consomme plus de 80000 par an. En cet état de choses, la Conférence a pensé qu'il n'était pas possible de fermer les frontières de l'Autriche à l'importation du bétail de la Russie; mais que ce bétail ne pouvait pas entrer en libre pratique et qu'il était nécessaire de continuer à le soumettre, comme par le passé, à une quarantaine de dix jours, avant de le laisser libre de continuer sa route vers les localités auxquelles il était destiné.

» Je m'abstiens d'entrer ici dans les détails des mesures qui ont été proposées pour rendre ces quarantaines aussi efficaces que possible, et soumettre les animaux importés à une surveillance assidue, soit que leur destination immédiate doive être l'abattoir, soit qu'ils doivent être mis à l'engrais dans les étables des distilleries. Sans doute que ces mesures ne donnent pas une garantie certaine contre la peste, mais elles en diminuent

assez les chances pour qu'il y ait plus d'avantages pour l'Autriche à permettre l'importation du bétail russe qu'à l'interdire.

» Une fois résolue l'importante question des relations commerciales de la Russie avec les pays limitrophes, la Conférence a établi les principes qui doivent servir de base à un règlement uniforme pour tous les pays où la peste bovine ne peut s'introduire, se propager et se maintenir que par la contagion.

» Que si, en effet, dans ces pays où la peste n'est qu'un accident qu'on est maître de rendre aussi passager que possible, la garantie est donnée par leurs gouvernements respectifs qu'on prendra contre elle des mesures partout identiques, dont l'expérience a démontré l'efficacité certaine lorsqu'elles sont rigoureusement et scrupuleusement appliquées, il n'existera plus de raisons pour que les relations commerciales soient interrompues entre les uns et les autres, lorsque, dans l'un ou dans l'autre, ou dans plusieurs, des accidents de peste viendront à se manifester.

» Maintenant quelles sont ces mesures dont l'application, faite d'une manière uniforme, peut donner cette garantie nécessaire de l'innocuité, au point de vue commercial, des pays dans lesquels la peste bovine a fait une invasion accidentelle et s'est manifestée par places isolées ?

» Les voici dans ce qu'elles ont de plus essentiel :

» Abattage immédiat, moyennant indemnité, de tous les animaux atteints de la peste, et de ceux qui doivent être considérés comme suspects de cette maladie, en raison des influences auxquelles ils ont été exposés.

» Enfouissement des cadavres de tous les animaux malades de la peste, sans que rien puisse en être distrait pour être utilisé d'une manière quelconque.

» L'utilisation des viandes des animaux sains, abattus pour cause de suspicion pouvant être permise, mais sous des conditions spéciales, rigoureusement déterminées.

» Destruction des germes de la contagion partout où ils peuvent se trouver : dans les étables, dans les fumiers, sur les fourrages, sur les harnais, sur les routes, dans les pâturages, dans les charrettes, dans les wagons de chemins de fer, etc., etc., partout enfin, et sur tout ce qui a pu être exposé à l'influence de la contagion.

» Isolement aussi complet que possible des lieux où la peste s'est déclarée, de telle sorte qu'il ne puisse en sortir aucun animal susceptible de servir de véhicule à la contagion, et qu'aucun ne puisse y entrer qui soit capable de l'entretenir.

» Cet isolement doit être prescrit et mis en pratique pour les fermes, pour les localités, pour les communes, et enfin pour des circonscriptions plus ou moins étendues, suivant l'extension de la maladie.

» Établissement autour des localités dont l'isolement a été prescrit, et qui sont déclarées *infectées*, d'une zone où la circulation des ruminants est interdite, ainsi que le commerce et le transit de tout ce qui pourrait servir de véhicule à la contagion : fourrages, fumiers, produits et débris animaux de toutes sortes.

» Suspension des foires et marchés de bestiaux dans un certain rayon, autour des foyers d'infection; recensement de tous les ruminants dans la localité infectée et dans la zone suspecte, pour que l'autorité ait une garantie que ces animaux ne seront pas déplacés par des trafics clandestins des lieux qu'ils occupent actuellement.

» Dès qu'un cas de peste a été constaté officiellement dans une localité, la déclaration immédiate de tous les cas de maladies dont les animaux ruminants peuvent être atteints devient obligatoire pour tous les propriétaires, détenteurs ou gardiens de ces animaux.

» Précautions toutes particulières prescrites après la disparition de la peste d'une localité et l'application des mesures de désinfection, pour procéder au repeuplement des étables et des herbages, ainsi qu'au rétablissement de la liberté de circulation du bétail et des transactions commerciales dont il est l'objet.

» A toutes ces mesures, de date ancienne pour la plupart, et dont l'efficacité, quand elles sont appliquées dans leur ensemble, est attestée par l'expérience de tous les temps et de tous les pays, la Conférence en a ajouté une toute nouvelle et très-importante, au point de vue, tout à la fois, et des relations commerciales et de la police sanitaire; elle consiste dans l'obligation, pour tout État où la peste bovine se serait manifestée, d'annoncer immédiatement, par voie télégraphique, l'invasion de la maladie aux Gouvernements des pays voisins, d'abord, et ultérieurement, à ceux des États plus éloignés qui exprimeraient le désir d'être renseignés sur cette invasion.

» Dans le cas où la localité infectée par la peste se trouverait à une distance de moins de 75 kilomètres de la frontière, ce serait aux autorités de la circonscription à laquelle appartiendrait cette localité que reviendrait le soin d'annoncer cette invasion, par voie télégraphique également, aux autorités du pays voisin.

» Une enquête minutieuse serait faite sur les voies d'introduction et de

propagation de la peste bovine, et les résultats de cette enquête seraient, dans le plus court délai, portés à la connaissance des autorités des contrées qui peuvent être menacées de l'invasion de la maladie.

» Chaque pays où sévirait actuellement la peste bovine devrait être tenu de publier, dans son Journal officiel, un bulletin hebdomadaire, où l'on ferait connaître l'état de cette maladie, les mesures ordonnées pour empêcher sa propagation, les modifications successives qui pourraient leur être imprimées suivant les circonstances, et enfin le jour où elles cesseraient d'être en vigueur.

» Ce bulletin serait envoyé aux rédacteurs des journaux officiels des autres États qui en feraient la demande.

» On conçoit, sans qu'il soit besoin d'y insister longuement, combien cette mesure sanitaire serait féconde en grands avantages pour tous les pays, si elle était scrupuleusement mise à exécution partout où la peste peut éclater, car tout le monde se mettrait immédiatement en garde contre elle : les autorités des pays les plus immédiatement menacés, en prescrivant sans délai les mesures préventives qui sont recommandées en pareil cas, et le commerce en s'abstenant de relations actuelles avec les localités ou les régions infectées.

» La première idée de cette excellente mesure sanitaire, proposée à la Conférence par un des délégués de l'Allemagne, appartient à M. Zundel, modeste et savant vétérinaire de Mulhouse, qui l'a fait connaître par la voie du *Recueil de médecine vétérinaire*. Je me fais un devoir et un plaisir de la lui restituer ici.

» En résumé, la Conférence internationale s'est proposé pour but, non pas d'instituer un régime sanitaire nouveau, en vue de prévenir l'invasion de la peste et d'empêcher sa propagation, mais bien de faire adopter par tous les pays qui se concerteraient pour cet objet, un ensemble de mesures identiques, dont l'efficacité est attestée par les résultats heureux qu'elles ont toujours donnés, partout où l'on a su en faire une application rigoureuse : résultats tels que l'on peut affirmer que cette terrible peste, dont nous subissons depuis près de deux ans les ravages, est cependant, de toutes les épizooties, celle dont il est le plus facile de se rendre maître, dans les circonstances ordinaires, avec un service sanitaire bien organisé, parce que, étrangère à notre pays, elle n'est pas susceptible d'y prendre racine; que, procédant exclusivement de la contagion, elle ne s'entretient que par elle; et, qu'en supprimant sa cause, on a la certitude absolue de la faire disparaître : l'histoire de tous les temps et de tous les lieux en témoigne.

« S'il en est ainsi, comment se fait-il alors que nous ayons tant de peine à nous en débarrasser et qu'aujourd'hui, après deux ans presque écoulés depuis son invasion, elle sévisse encore dans quelques localités de quelques-uns de nos départements?

» C'est que d'abord, grâce au concours des circonstances désastreuses dans lesquelles cette invasion s'est faite, le fléau de la peste, importé par les troupeaux d'approvisionnement des armées étrangères a pu s'étendre sans obstacle sur une grande étendue du territoire, favorisée dans sa marche et dans son expansion par le va et vient des troupes, et aussi par les spéculations des trafiquants de bestiaux qui, mettant à profit pour leur propre compte les terreurs de la peste, se sont empressés d'acheter à bas prix dans les pays infectés les animaux déjà contaminés pour aller les revendre, à prix plus élevés, dans ceux qui ne l'étaient pas encore.

» Le mal avait déjà pris d'énormes proportions, lorsque l'administration centrale de l'agriculture, redevenue maîtresse de ses actions, se mit en devoir de lutter contre lui. Mais nous n'avons pas en France un service sanitaire organisé comme il conviendrait pour que toutes les prescriptions sanitaires pussent être exécutées à leur heure et toutes les résistances immédiatement surmontées. En France, c'est aux autorités municipales que revient la tâche difficile de faire exécuter ces prescriptions; en Allemagne, cette mission est confiée à un conseiller, délégué de l'administration supérieure assisté d'un conseil vétérinaire, et revêtu d'un pouvoir qui lui donne le droit de commander aux autorités locales et même aux autorités militaires, et de les faire concourir, dans la mesure de ce qui est nécessaire, à l'exécution de toutes les prescriptions dont les circonstances réclament l'application immédiate et le maintien rigoureux. Avec un service sanitaire aussi bien organisé, la lutte est facile contre l'épizootie et le succès certain. De temps à autre, en effet, elle fait bien quelque invasion dans les provinces prussiennes limitrophes de la Russie, mais toujours les foyers allumés sont étouffés aussitôt que naissants, et une barrière infranchissable se trouve immédiatement opposée à la contagion.

» En France, pour obtenir les mêmes résultats qu'en Allemagne, il faudrait que le service sanitaire y fût organisé de la même manière, car nous demandons aux autorités municipales plus qu'il ne leur est possible de faire, dans le milieu où elles vivent, avec leurs conditions d'origine et avec les dispositions d'esprit de leurs administrés. Il faut bien avouer en effet que nous ne savons pas toujours fléchir sous la loi et nous accommoder à son joug; et que nous avons d'autant plus de tendance à nous y soustraire que

ceux qui sont chargés de nous l'imposer vivent avec nous dans des rapports plus intimes qui émoussent leur autorité. Dans de telles conditions, les attributions de police sanitaire que la loi française donne aux maires ne sont pas placées, il faut bien le reconnaître, dans des mains suffisamment énergiques, trop souvent tout au moins; et c'est là une des causes principales des difficultés de l'application des mesures sanitaires qui ne peuvent produire tout leur effet qu'autant qu'elles sont exécutées partout dans toute leur rigueur. Un seul manquement à un seul moment, et la contagion trouvant une voie ouverte devant elle, se répand et fait perdre tout le bénéfice de ce qui a pu être fait pour la contenir et pour l'éteindre! Par exemple, que l'on néglige, dans une administration de chemin de fer, de faire désinfecter un wagon qui a pu servir au transport d'animaux malades, et ce wagon, réceptacle des germes de la contagion, va les transmettre à tous les animaux ruminants dont on le chargera à nouveau; et, par leur intermédiaire, il les disséminera dans tout son parcours et à longue distance. Un grand nombre de rapports, transmis à l'administration centrale, portent témoignage que, dans un trop grand nombre de cas, les wagons non désinfectés ont servi de véhicules à la peste bovine et ont été les instruments les plus actifs de sa dissémination.

» En Allemagne, il en est tout autrement : les wagons qui ont servi au transport des bestiaux sont soumis à une désinfection avant d'être employés à de nouveaux transports; c'est avec de l'eau chaude à 70 degrés qu'on y procède. L'eau tombe d'un réservoir élevé, et par sa chute et la force de ses courants, elle détache et entraîne les matières organiques adhérentes aux parois; en outre, par l'élévation de sa température, elle annule, dans ces matières, toute activité virulente.

» Voilà encore une bonne manière de faire que nous devrions bien prendre pour modèle.

» Mais je ne veux pas abuser des moments de l'Académie en consacrant de plus longs développements à la matière que je viens de traiter; ce que j'en ai dit suffit pour faire comprendre que, si en France nous ne parvenons pas à nous rendre maîtres de la peste bovine aussi rapidement que dans les autres pays, cela dépend, non pas de l'inefficacité des mesures prescrites, mais bien de la manière trop incomplète dont on en a fait, dont on a pu en faire l'application, par la force des circonstances, des choses et des hommes. Qu'on fasse ce qu'on doit faire, au lieu de faire ce que l'on fait, et la réussite sera assurée en France tout autant qu'elle l'est ailleurs.

» J'ai cru devoir entrer dans ces quelques développements parce que la

pratique de l'abattage obligatoire, qui sert de base à toutes les mesures que la Conférence de Vienne a préconisées, est trop souvent considérée comme une pratique grossière, barbare, qui, d'après un certain nombre de médecins, serait la négation de la science et de l'art, et parce que, s'inspirant de fausses idées, un trop grand nombre de propriétaires la répudient au nom de leurs intérêts qu'elle léserait, et souvent aussi au nom de leurs sentiments qu'elle froisse. Au lieu de s'y conformer, comme le veut la loi, ils ont recours trop souvent à des pratiques clandestines de traitement, et, lorsque la réussite paraît couronner leurs tentatives, ils en arguent, par toutes les voies de la publicité, pour protester contre les excès des mesures officielles et en réclamer la réforme. C'est là une manière de voir tout à fait dangereuse. La question n'est pas de savoir si la peste bovine est susceptible de guérir dans une certaine mesure; il n'est pas contesté que, même dans notre Europe, une minorité des malades, assez faible du reste, puisse échapper à la mort. Mais il faut se demander si l'animal qu'on laisse vivre ne constitue pas un danger public, et si, conséquemment, l'intérêt public n'exige pas son anéantissement dans le temps le plus rapide possible. A cette question, la réponse ne peut pas être douteuse. Incontestablement, il est dangereux de laisser vivre un animal malade de la peste, parce que chacune des particules de sa masse est grosse, si l'on peut ainsi dire, de l'infection de tout un troupeau, de toute une commune, d'une région, d'une province, d'un continent tout entier. La plupart des épizooties de peste qui, de temps à autre, ont débordé des steppes orientales sur l'Europe ou sur l'Afrique ont commencé par l'infiniment petit pour aboutir à l'infiniment grand. L'épizootie qui a entraîné la perte d'un million de têtes de bétail en Égypte, il y a vingt-cinq ans, avait été importée par quelques bœufs provenant des principautés roumaines. C'est un très-petit troupeau, acheté dans l'Esthonie, qui a infecté l'Angleterre en 1866, et lui a infligé l'énorme sinistre qu'elle a subi; c'est par douze bœufs, exportés de Londres à Rotterdam, que la Hollande, infectée à son tour à la même époque, a vu la peste prendre chez elle de telles proportions, qu'elle est devenue pour ce pays, dont la population bovine est si condensée, une véritable calamité publique. Cette infime minorité de de douze bœufs a entraîné la perte de cent cinquante mille têtes.

» Voilà ce que l'histoire enseigne. C'est parce que tout cela est connu, c'est parce que l'on a aujourd'hui des notions certaines sur la nature exotique de la peste bovine, sur ses propriétés contagieuses, condition exclusive de sa manifestation en dehors de son pays d'origine; sur l'activité de

son contage; sur les modes divers et multiples de sa propagation et de son expansion; c'est parce qu'on sait enfin tous les désastres qu'elle entraîne inévitablement quand on laisse ses foyers s'allumer et grandir, qu'il est indiqué et qu'il doit être prescrit de sacrifier le plus petit nombre pour sauvegarder et sauver le plus grand.

» La pratique de l'abattage obligatoire est donc essentiellement rationnelle et scientifique, puisqu'elle a pour base les notions les plus certaines, acquises par l'histoire, l'observation et l'expérimentation.

» J'ose espérer que l'Académie me trouvera justifié, en raison de la gravité des circonstances actuelles, d'avoir retenu quelque temps son attention sur cette terrible peste de bestiaux qui a été et qui est encore pour notre agriculture une cause de si grandes pertes et qui porte de si graves atteintes à la fortune publique. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline.* Mémoire de **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson** (suite).

Aluns (Seconde partie).

« VI. — Dans le tableau suivant nous donnons la moyenne des résultats fournis par la dissolution du sulfate de sesquioxyde d'aluminium dans l'eau pure ou renfermant 1 équivalent de sulfate de potassium ou de sulfate d'ammonium, ainsi que par la dissolution du même sel desséché à 100 degrés.

**Tableau VI.**

| SULFATE D'ALUMINIUM. | FORMULES. | ÉQUIVALENTS. | CHALEUR mise en jeu pendant les opérations. | CHALEUR DIMINUÉE de la chaleur dégagée pendant la dissolution du sulfate d'aluminium à 18 équiv. d'eau. |
|---|---|---|---|---|
| dissous dans l'eau pure | $(SO^4)^3Al^2, 18HO$ | 333,5 | 4078cal | |
| dissous dans l'eau contenant 1 équiv. de sulfate de potassium | id. | id. | 3982 | |
| dissous dans l'eau contenant 1 équiv. de sulfate d'ammonium | id. | id. | 4064 | |
| desséché à 100 degrés | $(SO^4)^3Al^2, 6HO$ | 225,5 | 27997 | 23919cal (1) |

(1) Ce que nous avons dit sur la dissolution des aluns desséchés à 85 degrés, s'applique aussi à la dissolution du sulfate d'aluminium desséché à 100 degrés.

» N'ayant pas de sulfate de sesquioxyde de fer ni de sulfate violet de sesquioxyde de chrome, il ne nous a pas été possible d'opérer sur ces sels.

» VII. — Dans le tableau suivant, nous donnons les moyennes des résultats fournis par des expériences faites à la température de 10 degrés environ, dans lesquelles 1 équivalent de sulfate de sesquioxyde d'aluminium a été précipité par 3 équivalents de chlorure de baryum qu'on a fait réagir à la fois, puis successivement.

**Tableau VII.**

| 3 ÉQUIVALENTS A LA FOIS de chlorure de baryum. | 1er ÉQUIVALENT de chlorure de baryum. | 2e ÉQUIVALENT de chlorure de baryum. | 3e ÉQUIVALENT de chlorure de baryum. |
|---|---|---|---|
| 11877cal | 3880 | 3895 | 3818 |

» VIII. — Dans le tableau que nous donnons ci-dessous sont inscrites les moyennes des résultats fournis par des expériences dans lesquelles les aluns ou leurs sels constituants, mis en dissolution immédiatement avant l'expérience, ou depuis un temps plus ou moins long, ont été précipités par le chlorure de baryum. Les expériences ont été faites à la température de 10 degrés environ.

**Tableau VIII.**

| ALUNS. | PRÉCIPITATION immédiate. | PRÉCIPITATION après 15 jours. | PRÉCIPITATION immédiate des sels constituants. | PRÉCIPITATION des sels constituants après 15 jours. |
|---|---|---|---|---|
| Alun alumino-potassique... | 15026cal | 14944cal | 14893cal | 14902cal |
| » alumino-ammonique.. | 14888 | 14650 | 14812 | 14787 |
| » chromo-potassique... | 14767 | 13623 | | |
| » chromo-ammonique.. | 14636 | 13900 | | |
| » ferrico-potassique.... | 18161 | 18092 | | |
| » ferrico-ammonique... | 18286 | 18399 | | |

» Il résulte de l'interprétation des nombres inscrits dans ce tableau : 1° que le temps ne modifie en rien l'état des aluns ou de leurs sels constituants dans leurs dissolutions, excepté pour les aluns de chrome qui semblent subir un commencement de la transformation qu'ils subissent très-rapidement dans l'eau portée à l'ébullition ; 2° que la chaleur mise en jeu pendant la précipitation des deux aluns étudiés à ce point de vue est assez

exactement la somme des quantités de chaleur mises en jeu par leurs sels constituants précipités séparément ou ensemble, après avoir été dissous dans la même éprouvette. Donc, ces aluns qui ne peuvent prendre naissance au sein de l'eau, ne peuvent pas non plus se maintenir au sein de ce liquide après avoir pris naissance par voie de cristallisation (1).

(1) A propos de l'action que l'eau exerce sur les aluns cristallisés, action qui, dans le plus grand nombre des cas étudiés, semble se borner à dissocier les deux sels constituants, nous ferons remarquer que, pour les aluns de fer, cette action ne s'arrête pas là. En effet, l'eau, en agissant sur ces deux aluns, ne paraît pas se borner à dissocier les deux sulfates constituants; elle semble dissocier aussi les éléments du sulfate de sesquioxyde de fer. (Voyez les tableaux I et VIII, et l'interprétation des nombres qui y sont inscrits.) C'est à cette action dissociante de l'eau sur les éléments constituants des molécules salines qu'il faut attribuer l'apparition de certains phénomènes thermiques qui se produisent au sein d'un liquide recevant des sels différents, lesquels renferment, par conséquent, des acides ou des bases plus ou moins énergiques. Que peut-il, en effet, se passer lorsque dans une grande masse d'eau on met plusieurs sels en présence? Les acides et les bases peuvent rester dans cet état d'équilibre qui semble commander la loi des modules calorifiques (*), et d'où résulte la thermoneutralité des sels. Il peut arriver encore que cet état d'équilibre sera rompu parce qu'il peut se produire des phénomènes de deux ordres : 1° des phénomènes d'association plus avancée de certains éléments salins qui tendent à se soustraire de plus en plus à l'action de l'eau qui les tient en dissolution. C'est ce qui arrive dans la précipitation des sels, étudiée par Berthollet, phénomènes accompagnés d'un dégagement de chaleur; 2° des actions de dissociation plus ou moins avancée de certains éléments salins, lesquelles sont analogues aux phénomènes de dissociation provoqués par la chaleur, qui tendent à soustraire ces éléments à leur action réciproque, et qui sont accompagnés d'une absorption de chaleur; c'est sur ces derniers phénomènes que M. Henri Sainte-Claire Deville a le premier appelé l'attention des chimistes et des physiciens.

Ces phénomènes thermiques, qui ne peuvent pas se produire sans rupture momentanée de l'état d'équilibre des éléments salins que l'eau tenait d'abord en dissolution, n'infirment en rien la loi des modules qui entraîne nécessairement celle de la thermoneutralité des sels, et réciproquement. La première loi permet de calculer la chaleur mise en jeu pendant la *dissolution fictive* des sels insolubles. Cette loi ne peut pas plus être infirmée que la loi de Mariotte qui lie le volume des gaz à leur pression, parce qu'elle perd de son exactitude lorsque les gaz approchent de leur point de liquéfaction, ce qui amène une diminution plus rapide de volume, excepté pour l'hydrogène dont le volume diminue moins rapidement.

Le phénomène de dissociation des éléments salins, provoqué dans les mélanges par l'action de l'eau, peut être comparé, jusqu'à un certain point, au phénomène de dissociation provoqué dans ces mêmes mélanges par l'action du courant voltaïque. Celui-ci, d'après les expériences de l'un de nous, agit de préférence sur les éléments salins dont l'association se fait avec le plus faible dégagement de chaleur. Seulement, la dissociation, sous l'influence de

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVII, p. 184.

» En comparant la différence de 3000 calories environ que présentent les résultats thermiques fournis par la précipitation des aluns de fer et les résultats thermiques fournis par la précipitation des autres aluns, avec la différence beaucoup plus forte qui existe entre les résultats thermiques obtenus pendant la dissolution de ces mêmes aluns, on est conduit à admettre que l'action dissociante de l'eau, qui s'est exercée sur le sesquisulfate de fer, s'exerce aussi sur le sesquichlorure de fer qui prend naissance, mais avec moins d'énergie. En effet, si l'action dissociante de l'eau était la même pour l'un et l'autre sel, la précipitation des aluns mettrait en jeu une quantité de chaleur qui serait sensiblement la même pour tous.

» Il résulte encore de l'interprétation des nombres inscrits dans la seconde colonne du tableau ci-dessus que, si des 15000 calories environ qui se rapportent à la précipitation des deux premiers aluns, on retranche les 3300 calories, environ, dégagées pendant la précipitation du sulfate de potassium ou du sulfate d'ammonium de ces aluns, les 11700 calories restantes sont uniquement dues à la précipitation du sulfate de sesquioxyde d'aluminium que renferment ces mêmes aluns, et qui, précipité séparément, a donné 11877 calories. (*Voir* le tableau VII.) En divisant par 3 ce dernier nombre, presque identique au précédent, on obtient le nombre 3900, environ, qui exprime, en calories, la quantité de chaleur mise en jeu pendant la précipitation, à l'état de sulfate de baryum, de l'équivalent d'acide sulfurique emprunté au sulfate de sesquioxyde d'aluminium. Ce nombre est beaucoup plus faible que le nombre 5000 environ qui exprime, également en calories, la quantité de chaleur produite par la précipitation, à l'état de sulfate de baryum, d'une même quantité d'acide sulfurique pris à l'état de liberté. Il n'en est plus de même pour les aluns de fer; car, si des 18200 calories environ qui se dégagent pendant la précipitation de tout l'acide sulfurique qu'ils renferment, on retranche les mêmes 3300 calories, il reste 15000 environ qui, divisés par 3, donnent 5000 calories, nombre identique à celui que donne la précipitation de l'acide sulfurique libre. On est ainsi conduit à se demander comment le sesquioxyde de fer peut rester en dissolution, en présence d'un acide qui semble avoir cessé d'exercer sur lui son action chimique ordinaire (1).

---

l'eau, se produit graduellement, comme celle qui a lieu sous l'influence de la chaleur; elle n'est pas nécessairement complète, et la chaleur employée à la dissociation est empruntée à la masse liquide. La dissociation voltaïque, au contraire, se produit brusquement et d'une manière complète, en faisant à la pile l'emprunt de la chaleur nécessaire.

(1) Il suffit de rappeler les résultats, aussi intéressants qu'imprévus, obtenus par Péan

» IX. — Le tableau suivant renferme les moyennes des résultats fournis par des expériences dans lesquelles on a précipité l'acide sulfurique des aluns, successivement par moitié, puis par quart.

**Tableau IX.**

| ALUNS. | 1re MOITIÉ. | 2e MOITIÉ. | 1er QUART. | 2e QUART. | 3e QUART. | 4e QUART. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alun alumino-potassique.... | 7601 | 7815 | | | | |
| » chromo-potassique.... | 7514 | 7388 | 3680 | 3702 | 3665 | 3699 |
| » ferrico-ammonique.... | | | 4570 | 4600 | 4793 | 4712 |

» On voit, comme dans le tableau IV, relatif aux aluns de chrome modifiés par la chaleur, et comme dans le tableau VII, relatif au sulfate d'aluminium, que des nombres égaux correspondent, dans le tableau ci-dessus, à des quantités égales d'acide sulfurique précipité, et nous ne pouvons que rappeler, à propos de cette égalité, ce que nous avons dit précédemment, lorsque nous avons interprété l'égalité des nombres inscrits au tableau IV.

» X. — Lorsqu'on chauffe une dissolution suffisamment étendue de l'un des deux aluns de fer, sa couleur, brune d'abord, prend une teinte de plus en plus vive, qui finit par se rapprocher beaucoup de celle des sels de cobalt, et lorsqu'on porte cette dissolution jusqu'à l'ébullition, prolongée pendant un temps suffisant, elle laisse précipiter une quantité plus ou moins considérable de sesquioxyde de fer, qui entraîne avec lui des quantités d'acide sulfurique variables, et quelquefois trop faibles pour qu'il soit possible d'admettre que le sesquioxyde de fer précipité est tout entier à l'état de sous-sulfate basique insoluble. En effet, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que, dans l'expérience n° 1, par exemple, il se formât un sous-sulfate de fer, renfermant dix-huit fois moins d'acide sulfurique que le sulfate neutre de sesquioxyde de ce métal. Dans cette expérience, il paraît évident

---

de Saint-Gilles, par M. Ordway, M. Béchamp, M. Scheurer-Bestner, par T. Graham, et enfin par M. Debray sur les modifications que peuvent subir le sesquioxyde de fer et ses sels, lorsqu'ils sont soumis à l'influence de l'eau et de la chaleur, pour comprendre tout l'intérêt que peuvent offrir des recherches thermiques entreprises dans cette voie. En outre, les recherches de cet ordre, relatives aux sels de sesquioxydes pourront jeter quelque lumière sur leur constitution, et, par conséquent, sur la constitution des aluns qui, au premier abord, semblent faire exception parmi les sels doubles.

que l'action dissociante de la chaleur s'est ajoutée à l'action dissociante de l'eau.

» Voici pour chacun des aluns de fer la quantité de sesquioxyde de fer et d'acide sulfurique qui, dans quatre expériences, a été précipité ou non précipité par l'ébullition.

**Tableau X.**

| | Aluns de fer ammoniacal N° 1. | N° 2. | N° 3. | Aluns de fer potassique. |
|---|---|---|---|---|
| $Fe^2O^3$ précipité | 64,3 | 66,3 | 59,1 | 76,1 |
| $Fe^2O^3$ non précipité | 16,1 | 13,2 | 21,0 | 4,7 |
| $SO^4$ précipité | 5,4 | 5,8 | 41,4 | 60,3 |
| $SO^4$ non précipité | 186,0 | 185,6 | 151,5 | 130,9 |

» XI. — Nous donnons ci-dessous, en (A), la quantité de chaleur dégagée pendant la précipitation, à l'état de sulfate de baryte, de l'acide sulfurique des aluns de fer qui, pour l'équivalent de ces aluns, n'a pas été précipité par l'ébullition en même temps que le sesquioxyde de fer.

**Tableau XI.**

| | Aluns de fer ammoniacal N° 1. | N° 2. | Aluns de fer potassique. |
|---|---|---|---|
| (A) | $18590^{cal}$<br>562 (1) | $18556^{cal}$<br>604 (1) | $12584^{cal}$<br>6281 (1) |
| (B) | 19152 | 19160 | 18865 |
| (C) | 5284 | 5287 | 5188 |

(1) Ces nombres expriment la quantité de chaleur dégagée par un poids d'acide sulfurique libre, égal au poids de cet acide qui a été précipité par l'ébullition avec le sesquioxyde de fer.

» Si des quantités de chaleur inscrites en (B), on soustrait la quantité de chaleur ($3300^{cal.}$ environ) dégagée pendant la précipitation de l'acide sulfurique du sulfate d'ammonium ou du sulfate de potassium, il reste des nombres qui, divisés par 3, donnent les nombres inscrits en (C). Ces derniers nombres expriment chacun la quantité de chaleur dégagée par l'équi-

valent d'acide sulfurique non précipité avec le sesquioxyde de fer auquel il correspond dans l'alun, et ne diffèrent pas beaucoup du nombre 5053, inscrit dans le tableau V et relatif à la précipitation de l'acide sulfurique libre, ainsi que du nombre 5000 qui se rapporte à la précipitation de l'acide sulfurique, du sesquisulfate de fer, des aluns de fer (Voyez le tableau VIII et l'interprétation des résultats qui y sont inscrits.)

» XII. — Lorsque le chlorure de baryum précipite l'acide sulfurique des aluns de fer, l'acide chlorhydrique qui se substitue à l'acide précipité se trouve-t-il, par rapport au sesquioxyde de fer, dans le même état de dissociation que ce dernier acide? Pour répondre à cette question, nous avons traité 1 équivalent d'alun de fer ammoniacal, dissous dans la quantité d'eau employée ordinairement, par trois équivalents d'acide chlorhydrique suffisamment étendu, et nous avons constaté une absorption de chaleur exprimée par 750 calories environ. Cette faible quantité de chaleur ainsi absorbée est attribuable, très-probablement, à l'action que les acides exercent sur les dissolutions salines (Voyez *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 18 septembre 1871, tableau II), et qui a été signalée pour la première fois par M. Thomsen. Il faut cependant remarquer que la dissolution de l'alun de fer conserve sa même couleur brune lorsqu'on la traite par le chlorure de baryum, tandis qu'elle prend la teinte jaune verdâtre de l'eau saturée de chlore, lorsqu'elle est traitée par l'acide chlorhydrique. Il faut également se rappeler que les 3000 calories, environ, que dégagent en plus les aluns de fer, comparés aux autres aluns, lorsqu'on les précipite par le chlorure de baryum (Voyez le tableau VIII), semblent témoigner en faveur d'une dissociation moins avancée du sesquichlorure de fer.

» XIII. — Enfin nous avons précipité par l'ammoniaque le sesquioxyde de fer de l'alun de fer et d'ammonium, ainsi que le sesquioxyde d'aluminium du sesquisulfate d'aluminium et de l'alun d'aluminium et d'ammonium. En précipitant ainsi le sesquioxyde de fer par l'ammoniaque, nous avons voulu savoir quelle est encore l'action exercée sur le sesquioxyde de fer par l'acide sulfurique qui lui correspond et que le chlorure de baryum précipite en dégageant une quantité de chaleur égale à celle que dégage le même acide pris à l'état de liberté. En un mot, nous avons voulu savoir où s'arrête l'action dissociante de l'eau sur cet alun.

» Trois équivalents d'ammoniaque, en précipitant le sesquioxyde de fer de l'alun ferrico-ammonique, et en donnant naissance à trois équivalents de sulfate d'ammonium qui s'ajoutent au sulfate d'ammonium existant déjà,

dégagent en moyenne, à la température de 13 degrés, environ 27997 calories. Ce nombre divisé par 3, donne donc 9332 calories (1) pour chaque équivalent de sulfate d'ammonium produit, tandis que le même sel dégage 15000 calories, environ, pendant sa formation par la combinaison de l'ammoniaque avec l'acide sulfurique. D'où il résulte que l'action dissociante de la chaleur s'ajoute nécessairement à l'action dissociante de l'eau pour compléter la dissociation du sulfate de sesquioxyde de fer, lorsque le sesquioxyde de fer de ce sel est précipité plus ou moins complétement par l'ébullition.

» En précipitant le sesquioyxde d'aluminium par l'ammoniaque et en cherchant ainsi l'expression thermique de la formation du sulfate d'aluminium par l'union de l'acide sulfurique avec le sesquioxyde d'aluminium, nous nous sommes surtout proposé de prouver, une fois de plus, que les aluns n'existent plus dans leurs dissolutions, puisque le résultat thermique est le même, soit qu'on précipite l'alumine du sulfate d'aluminium dissous, soit qu'on précipite l'alumine de son alun également dissous. En effet, 3 équivalents d'ammoniaque, en précipitant le sesquioxyde d'aluminium contenu dans les sels précipités et en donnant naissance à 3 équivalents de sulfate d'ammonium, dégagent 11610 calories pour le sulfate d'aluminium et 11889 calories pour son alun.

» Signalons encore une dernière conséquence des résultats que nous avons déjà obtenus. Nous avons montré, d'une part, qu'en se dissolvant, le sulfate d'aluminium dégage 4000 calories environ (*voir* le tableau VI); le sulfate de potassium et le sulfate d'ammonium absorbent, le premier, 3000 et le second 1000 calories environ (voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 18 septembre 1871, tableau II), et les deux aluns correspondants absorbent 95000 calories environ. D'autre part, nous avons aussi montré que le sulfate d'aluminium et le sulfate de potassium, en se dissolvant ensemble, et de même pour le sulfate d'aluminium et le sulfate d'ammonium, donnent, les premiers, 4000 — 3000 = 1000 calories, et les seconds 4000 — 1000 = 3000 calories, c'est-à-dire ce qu'ils donnent lorsqu'ils se dissolvent séparément. Nous sommes ainsi conduits à conclure que le sulfate d'aluminium et le sulfate de potassium cristallisés, d'une part, et, d'autre part, le sulfate d'aluminium et le sulfate d'ammonium également cristallisés, dégageraient, les premiers, 10500 calories environ, et les seconds 12500 calories environ, en s'associant à 6 équivalents d'eau

(1) Ces 9332 calories fournies par l'expérience doivent être diminuées de toute la chaleur mise en jeu par la précipitation du sesquioxyde de fer.

pour donner naissance à leurs aluns cristallisés. Pendant ces diverses transformations, quelle part faut-il faire, au point de vue thermique, à la destruction des édifices cristallins des deux sulfates, aux actions moléculaires qui s'exercent entre l'eau et les sels dissous, enfin à la construction de l'édifice cristallin des deux aluns?

» Il suffit de poser ces questions pour donner une idée des difficultés dont se trouve hérissé le problème. Les développements dans lesquels nous sommes déjà entrés montrent en même temps tout le parti qu'on peut tirer, pour la solution de la question, des considérations thermiques. Toutefois, avant d'aller plus loin, il nous faudra maintenant étudier le rôle des autres éléments dont nous avons parlé en commençant; car c'est seulement par la comparaison logique de tous ces éléments qu'on peut espérer résoudre le problème dont nous cherchons la solution. »

ZOOLOGIE. — *Sur la multiplication inusitée, observée à Paris, de l'insecte connu sous le nom de* Bibion des jardins. Note de **M. Blanchard.**

L'Académie ayant reçu diverses Communications relatives à l'apparition d'une mouche qu'on rencontre depuis plusieurs jours en abondance sur les murs de Paris, M. Em. Blanchard donne à ce sujet les indications suivantes :

« L'insecte tout à fait inoffensif qui préoccupe en ce moment la population parisienne est le Bibion des jardins (*Bibio hortulanus*), un Diptère de la famille des Tipulides. Ce n'est pas, à proprement parler, un représentant du groupe des mouches; à cette occasion, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que les Diptères se partagent d'une manière très-naturelle en deux divisions. Les représentants de la première ont des antennes filiformes (*Némocères*); les représentants de la seconde, des antennes courtes, surmontées d'un style (*Brachocères*). Les Tipulides sont des Némocères, les Mouches des Brachocères.

» Le Bibion des jardins, qui est fort commun dans la plus grande partie de l'Europe, est un insecte phytophage, comme toutes les Tipulides. A l'état adulte, l'animal ne prend que peu de nourriture, consistant en matières fluides; à l'état de larve, il vit dans la terre de nos jardins et de nos champs, et se nourrit exclusivement de substances végétales. C'est donc bien à tort que certaines personnes ont supposé que l'abondance extraordinaire des Bibions avait une relation quelconque avec l'enfouissement de nombreux cadavres. Le Bibion des jardins n'est jamais rare au printemps, et l'appari-

tion d'un plus ou moins grand nombre d'individus s'explique par les circonstances plus ou moins favorables au développement de l'espèce. Ainsi que les naturalistes l'ont souvent répété, toute espèce d'insecte se multiplie annuellement d'une manière fort inégale, et la différence, due à des circonstances diverses, dépend le plus souvent de la quantité des parasites dont l'espèce peut être attaquée. »

M. de la Rive fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Soret*, d'un exemplaire d'une Notice biographique sur feu *F.-J. Pictet*, correspondant de la Section d'Anatomie et de Zoologie, décédé à Genève le 15 mars 1872.

## RAPPORTS.

OPTIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Croullebois, *relatif à la double réfraction elliptique du quartz.*

(Commissaires : MM. Bertrand, Edm. Becquerel, Fizeau rapporteur.)

» Les prismes hexagonaux qui constituent le quartz cristallisé possèdent, en premier lieu, la double réfraction ordinaire ou rectiligne, inhérente à leur forme cristalline, symétrique autour d'un axe principal. Le prisme biréfringent de Rochon et celui de Wollaston sont fondés sur cette propriété, et permettent de séparer l'un de l'autre, à une distance angulaire considérable, les deux rayons polarisés à angles droits auxquels ces cristaux donnent naissance, l'effet se produisant avec toute sa netteté dans une direction normale à l'axe.

» En second lieu, ces cristaux présentent dans la direction de leur axe les brillants phénomènes de la polarisation rotatoire signalés par Arago, étudiés par Biot, et qui ont conduit Fresnel à la découverte d'une seconde double réfraction distincte de la précédente, et qu'il a appelée double réfraction circulaire. Un prisme d'une construction spéciale, connu sous le nom de *triprisme* de Fresnel, permet de même de séparer l'un de l'autre les deux rayons polarisés circulairement en sens contraires qui se manifestent lorsqu'un rayon de lumière traverse le quartz dans la direction de son axe.

» Si l'on considère enfin ce qui se passe dans les directions intermédiaires à celles dont on vient de parler, c'est-à-dire dans les directions inclinées sur l'axe, on doit à M. Airy et ensuite à Cauchy, de savantes considérations

théoriques conduisant à admettre, dans ces circonstances, une troisième double réfraction appelée *elliptique*, dont l'existence a été confirmée de la manière la plus satisfaisante, par le phénomène bien connu des spirales d'Airy, et par les mesures si précises que l'on doit à M. Jamin, sur les constantes numériques de la polarisation elliptique du quartz.

» Cette double réfraction elliptique est l'objet du Mémoire de M. Croullebois. Dans ce travail, l'auteur s'est attaché particulièrement à réaliser pour les deux rayons de la double réfraction elliptique, et au moyen de prismes de quartz diversement orientés, une séparation angulaire analogue à celle qui a été obtenue dans le cas de la double réfraction rectiligne ou circulaire. Voici le résumé très-succinct des principaux résultats rapportés dans le Mémoire, et qui ont été mis sous les yeux de vos commissaires.

» 1° Lorsqu'un rayon de lumière traverse dans une direction, inclinée de 8 à 10 degrés sur l'axe, un bi-prisme formé de deux quartz de rotations contraires unis entre eux, suivant des faces très-inclinées, par une couche de baume du Canada, les sections principales des deux quartz étant tournées à 90 degrés l'une de l'autre, il y a séparation de deux rayons polarisés elliptiquement.

» 2° Dans les mêmes circonstances, si l'on fait usage d'un biprisme formé de deux quartz de mêmes rotations, la séparation des deux rayons polarisés elliptiquement a lieu en apparence de la même manière.

» 3° Enfin, si le biprisme est formé de deux quartz de rotations contraires, mais dont les sections principales sont parallèles, la séparation des rayons n'a plus lieu au moins d'une manière bien sensible.

» Ces résultats n'ont pas encore été signalés et appartiennent en propre à l'auteur; mais quel que soit l'intérêt qu'ils présentent, ils ne pourront être interprétés avec quelque certitude que lorsque l'auteur aura pu les compléter par les mesures précises qu'il se propose de prendre et que réclame manifestement la nature très-complexe des phénomènes dont il s'agit.

» En résumé, vos commissaires sont d'avis que plusieurs des résultats obtenus par l'auteur ont un caractère réel de nouveauté et d'intérêt, mais que la question de la séparation des deux rayons réciproques d'Airy par la réfraction dans un prisme analogue à celui de Fresnel, n'est pas encore complétement résolue.

» Ils vous proposent, en conséquence, de remercier l'auteur de sa Communication, et de l'engager à poursuivre par des expériences nouvelles, et surtout par des mesures précises, la solution complète de la question intéressante qui fait le sujet de son Mémoire. »

# MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels.* Mémoire de **M. F. Lucas**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Serret, Phillips, de Saint-Venant.)

« Je considère un système de points matériels, au nombre de N, ayant chacun une masse déterminée et exerçant les uns sur les autres des actions à des distances absolument quelconques. Pour les distinguer entre eux, je leur attribue respectivement les indices

$$(1) \qquad 1, 2, 2, \ldots, m, \ldots, N.$$

» Soit $R_{m,n}$ la distance des points $m$ et $n$, de masses $g_m$ et $g_n$. Leur action mutuelle, positive s'ils s'attirent et négative s'ils se repoussent, est représentée en grandeur et en signe par l'expression

$$(2) \qquad g_m g_n f_{m,n}(R_{m,n}).$$

Les fonctions $f_{m,n}$ sont au nombre total de $\frac{N(N-1)}{2}$.

» J'appelle *potentiel total* du système l'expression

$$(3) \qquad \Psi = -\Sigma\Sigma g_m g_n \int f_{m,n}(R_{m,n})\, dR_{m,n},$$

relative à toutes les combinaisons deux à deux des points matériels.

» Supposons que le système soit en mouvement sous l'action de ses forces intérieures et sous celle de forces extérieures quelconques.

» A l'instant $t$ le potentiel total est $\Psi_t$ et la demi-force vive est $\Pi_t$.

» A l'instant $t'$, on trouve de nouvelles valeurs $\Psi_{t'}$ et $\Pi_{t'}$ du potentiel et de la demi-force vive.

» Soit $\varpi$ le travail des forces extérieures pendant le temps qui sépare l'instant $t'$ de l'instant $t$.

» On a

$$(4) \qquad (\Pi_{t'} - \Psi_{t'}) - (\Pi_t - \Psi_t) = \varpi.$$

» Prenons, comme *repère*, une disposition géométrique quelconque des points du système, en supposant ces points dénués de toute vitesse. Soit $\Psi_0$ le potentiel total correspondant à cet état *primitif*.

» Pour passer de cet état à celui qui se produit au temps $t$, il est nécessaire et suffisant :

» 1° De produire un changement de figure, moyennant une dépense de travail extérieur (positif ou négatif),

$$\Gamma_t = \Psi_0 - \Psi_t, \tag{5}$$

que j'appelle travail *morphique*;

» 2° D'animer, au moyen d'*impulsions*, les points matériels de leurs vitesses effectives, ce qui exige une dépense de travail extérieur (positif) égale à $\Pi_t$ et que j'appelle travail *impulsif*.

» On a de même, pour l'instant $t'$, un travail morphique.

$$\Gamma_{t'} = \Psi_0 - \Psi_{t'}, \tag{6}$$

et un travail impulsif $\Pi_{t'}$.

» L'équation (4) donne :

$$(\Gamma_{t'} + \Pi_{t'}) - (\Gamma_t + \Pi_t) = \mathfrak{T}. \tag{7}$$

C'est-à-dire que *l'accroissement de la somme des travaux morphique et impulsif, pendant un intervalle de temps quelconque, est égal au travail des forces extérieures pendant le même temps.*

» On peut obtenir l'équilibre du système matériel, sous une figure géométrique quelconque, en appliquant à chacun de ses points une force égale et contraire à la résultante des actions intérieures par lesquelles il est sollicité. Je suppose que, dans le cas où les points matériels viennent à quitter leurs positions primitives, les forces auxiliaires dont il s'agit suivent ces points, sans changer de direction ni de grandeur.

» Cela posé, supposons que ces points éprouvent des déplacements quelconques.

» Le potentiel total primitif $\Psi$ éprouve un accroissement

$$\Delta\Psi = \delta\Psi + \frac{\delta^2\Psi}{1.2} + \frac{\delta^3\Psi}{1.2.3}, \ldots, \tag{8}$$

les symboles $\delta\Psi$, $\delta^2\Psi$, $\delta^3\Psi$,..., désignant respectivement les expressions

$$\begin{cases} \delta\Psi = -\Sigma\Sigma g_m g_n f_{m,n}(R_{m,n})\Delta R_{m,n} \\ \delta^2\Psi = -\Sigma\Sigma g_m g_n f'_{m,n}(R_{m,n})\overline{\Delta R}^2_{m,n} \\ \delta^3\Psi = -\Sigma\Sigma g_m g_n f''_{m,n}(R_{m,n})\overline{\Delta R}^3_{m,n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases} \tag{9}$$

» Le travail des orces auxiliaires a pour valeur

$$(10) \qquad \delta\Psi + \varepsilon,$$

$\varepsilon$ désignant une fonction qui devient un infiniment petit du troisième ordre lorsque les déplacements sont infinitésimaux.

» D'après cela, le travail *morphique* qu'il faut dépenser, pour produire une déformation infinitésimale de la figure d'équilibre, est un infiniment petit du second ordre donné par la formule

$$(11) \qquad \Theta_0 = -\tfrac{1}{2}\delta^2\Psi.$$

Si la seconde variation $\delta^2\Psi$ du potentiel total est *négative* pour toute déformation infinitésimale, l'équilibre est *stable*. Si elle est toujours *positive*, l'équilibre est *instable*. Si elle est positive pour certaines déformations et négative pour d'autres, l'équilibre est *mixte*.

» Après avoir produit la déformation infinitésimale qui exige une dépense (positive ou négative) de travail extérieur $\Theta_0$, on peut, au moyen d'impulsions, animer les points matériels de vitesses infinitésimales déterminées, moyennant une dépense (positive) de travail impulsif $\Pi_0$. Ce travail, égal à la demi-somme des produits des masses par les carrés des vitesses, est un infiniment petit du second ordre.

» Le système, abandonné à lui-même, se met en mouvement. En comparant l'état qui se produit à l'instant $t$ à l'état d'équilibre primitif, on est conduit à considérer un nouveau travail morphique $\Theta_t$ et un nouveau travail impulsif $\Pi_t$.

» Je démontre qu'on a, quel que soit $t$ :

$$(12) \qquad \Theta_t + \Pi_t = \Theta_0 + \Pi_0;$$

par conséquent *la somme des travaux morphique et impulsif reste constante*. Cette valeur constante représente le *travail emmagasiné* dans le mouvement du système.

» Soit, au même instant $t$, $r_m$ la distance du point $m$ à sa position d'équilibre. On a

$$(13) \qquad \Pi_t - \Theta_t = \frac{1}{4}\frac{d^2 \mathrm{S} g_m r_m^2}{dt};$$

c'est-à-dire *qu'à un instant quelconque du mouvement, l'excès du travail impulsif sur le travail morphique est égal au quart de la seconde dérivée par rapport au temps de la somme des produits obtenus en multipliant la masse de chaque point du système par le carré de sa distance à sa position d'équilibre.*

» En intégrant les équations différentielles des petits mouvements des points matériels, on trouve des équations finies de la forme

$$(14)\qquad \begin{cases} x_m = at + a' + \Sigma\lambda h_m \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \\ y_m = bt + b' + \Sigma\lambda k_m \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \\ z_m = ct + c' + \Sigma\lambda l_m \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \end{cases}$$

$x_m, y_m, z_m$ désignant les coordonnées du déplacement du point $m$.

» Les paramètres $s$, au nombre de $3(N-1)$, sont tous réels et déterminés par une équation algébrique. Les paramètres $h_m$, $k_m$, $l_m$, relatifs à chaque point $m$ pour chaque valeur de $s$, se déterminent par des équations linéaires et homogènes.

» A chaque valeur de $s$, correspondent deux constantes arbitraires $\lambda$ et $\varepsilon$, qui sont les mêmes pour tous les points $m$, de même que les constantes arbitraires $a, b, c, a', b', c'$. On a en tout $6N$ constantes arbitraires, qui se déterminent d'après les projections des déplacements et des vitesses au temps zéro.

» La translation générale

$$(15)\qquad \begin{cases} \xi = at + a', \\ \eta = bt + b', \\ \zeta = ct + c', \end{cases}$$

commune à tous les points du système, représente un *mouvement simple* qui pourrait se produire isolément.

» A chaque valeur (positive ou négative) de $s$, correspond un autre *mouvement simple*

$$(16)\qquad \begin{cases} \xi_m = \lambda h_m \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \\ \eta_m = \lambda k_m \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \\ \zeta_m = \lambda l_m \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \end{cases}$$

qui pourrait aussi se produire isolément. Ce mouvement est toujours rectiligne; il est en outre oscillatoire si $s$ est positif.

» Le mouvement général se compose ainsi de $(3N-2)$ mouvements simples, susceptibles chacun d'une existence individuelle.

» Je démontre que *le travail morphique relatif au mouvement général est constamment égal à la somme des travaux morphiques relatifs aux divers mouvements simples;* et que *le travail impulsif relatif au mouvement général est constamment égal à la somme des travaux impulsifs relatifs aux divers mouvements simples.*

» Les divers théorèmes qui sont démontrés dans ce Mémoire pourront trouver des applications dans la théorie mécanique de la chaleur. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la constitution des argiles.* Note de **M. P. de Gasparin.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Boussingault, Peligot.)

» ... La terre soumise à l'analyse fait partie d'un domaine de grande culture, dans la plaine du Vistre, à peu de distance de la ville de Nîmes, dans le Gard. L'échantillon a été pris sur place par le comte de Gasparin, vers 1829. Il a donc été choisi avec le jugement convenable pour représenter la constitution moyenne de cette classe de terrains, renommés pour leur fertilité, qui occupent un bassin considérable.

» En voici l'analyse physique et chimique :

*Analyse physique.*

| | |
|---|---|
| Pierres | 1,85 |
| Sable | 50,35 |
| Soluble et impalpable | 47,80 |
| | 100,00 |

*Analyse chimique.*

| | |
|---|---|
| Partie inattaquable par l'eau régale (calcinée) | 58,96 |
| Partie attaquable : | |
| Carbonate de chaux | 27,840 |
| Carbonate de magnésie | 0,890 |
| Potasse | 0,225 |
| Soude | 0,105 |
| Sesquioxyde de fer | 4,350 |
| Alumine | 2,030 |
| Eau de combinaison des sesquioxydes | 1,450 |
| Acide phosphorique (molybd. initial) | 0,146 |
| Matière organique et acides non déterminés | 4,004 |
| | 100,000 |

» On passe sous silence les observations agrologiques, malgré leur grand intérêt; on se borne à faire remarquer le dosage d'acide phosphorique, qui représente 6000 kilogrammes d'acide anhydre par hectare, dans la couche arable et dans la partie attaquable seulement. C'est un dosage triple du dosage moyen des traces argilo-calcaires, et il suffit, avec l'équilibre des autres aliments, à expliquer la fécondité proverbiale d'un sol qui porte les plus belles luzernières de France.

» ... L'auteur de la Note espère que l'Académie jugera utile de demander la vérification de l'analyse de la terre de la plaine du Vistre par un de ses Membres, afin de donner à sa méthode et à ses inductions une autorité qu'elles ne sauraient emprunter à lui-même. Il peut affirmer à l'Académie qu'elle rendrait ainsi le plus éminent service à l'agriculture. Cette industrie peut n'avoir pas une conscience très-nette des services qu'elle doit à la science, mais elle a besoin plus que jamais d'être soustraite aux entreprises des empiriques, et elle ne peut l'être que par des travaux au-dessus de la puissance d'un seul homme, quel que soit son zèle, et qui exigent l'adoption d'une méthode commune, acceptée par tous les investigateurs, pour la solution des diverses questions scientifiques qui l'intéressent. »

PHYSIQUE. — *Sur l'hypothèse du Soleil aimanté.* Seconde Note de M. **W. de Fonvielle.** (Extrait par l'Auteur.)

(Cette Note est renvoyée, ainsi que la précédente, à l'examen d'une Commission composée de MM. Becquerel, Bertrand, Fizeau.)

« L'Auteur rappelle le Mémoire publié par M. Becquerel père, à la reprise des travaux de l'Académie des Sciences, après la Commune, *Sur l'origine céleste de l'électricité atmosphérique*. Il cherche à prouver que cette hypothèse, à laquelle les derniers travaux de la Physique solaire ont donné naissance, paraît revenir au fond à celle du Soleil aimanté.

» Il s'efforce de montrer que l'hypothèse du Soleil aimanté explique très-simplement pourquoi la Terre pourrait être assimilée à un système de deux aimants croisés autour de son centre, et faisant l'un avec l'autre un angle très-notable.

» L'un de ces aimants serait en réalité un *électro-aimant* produit par l'induction solaire, et l'autre aimant un aimant permanent produit par la résultante des aimants naturels renfermés dans le sphéroïde.

» La seule théorie qui puisse rendre compte d'une façon simple du nombre et de la distribution des lignes magnétiques à la surface du globe est donc une conséquence très-simple de l'hypothèse du Soleil aimanté. Les deux hypothèses fondamentales que M. Hansteen a développées avec tant de génie se prêtent donc un mutuel appui.

» L'Auteur montre, par un exemple simple, comment les planètes aimantées par l'action du Soleil peuvent réagir sur cet astre et y créer à leur tour un second axe d'aimantation. Après avoir rappelé ce que dit M. Hansteen à ce propos, il fait remarquer que M. de la Rive a émis le vœu que

l'on mette en rotation une boule de cuivre sous l'influence de l'aimant terrestre, et que l'on étudie la nature des courants induits. Il tâche de montrer que Faraday a rempli cette condition par son expérience de 1832. La loi est trouvée, puisque Faraday a établi que la rotation doit avoir lieu autour d'un axe perpendiculaire à l'aiguille de déclinaison pour que l'effet fût le plus grand possible. Au contraire, l'effet est nul quand la rotation a lieu autour d'une direction parallèle à cette aiguille de déclinaison.

» L'Auteur rapproche ces expériences de celles que M. Palmieri, directeur de l'Observatoire vésuvien, qui vient d'être détruit par le tremblement de terre, a exécutées il y a quelques années. Les courants électriques ont été recueillis. Ils avaient le sens indiqué par Faraday, et une intensité assez grande pour produire tous les effets d'une puissante machine de Clarke.

» L'Auteur insiste sur l'assimilation qu'il est possible d'établir entre la boule de Faraday et le système solaire lui-même. En effet, la boule de Faraday est vis-à-vis de la Terre comme la Terre se trouve vis-à-vis du Soleil. Il est possible de compenser les variations de vitesses de diamètre, et même de distance à l'aide des aérostats, de manière à se trouver dans des conditions proportionnelles. Des expériences pourraient être faites avec la spirale de Palmieri.

» L'Auteur rappelle enfin que l'hypothèse du Soleil aimanté a été développée pour la première fois en 1640, par le P. Kircher, dans son *Art magnétique*, alors que ce savant était professeur de Mathématiques au collége Romain. Il est assez curieux de remarquer que l'hypothèse du Soleil aimanté semble faire partie des traditions scientifiques de cet établissement, car le P. Secchi peut être rangé au nombre de ses promoteurs les plus distingués. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Suite du Mémoire sur les causes et les lois des aurores boréales; marées terrestres, actions des astéroïdes donnant lieu aux tremblements de terre et aux éruptions volcaniques; par* **M. J.-J. Silbermann.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« ... La coïncidence des tremblements de terre et des éruptions des volcans en activité, non-seulement avec les syzygies et les époques de l'année, mais aussi avec les heures d'apparition des essaims d'étoiles filantes, me paraît démontrée, ainsi que cela résulte des catalogues d'apparitions d'étoiles filantes publiés par M. Chasles et par M. Quetelet, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, dans sa *Physique du globe*, 1861. M. Perrey avait déjà remarqué la coïncidence de certains tremblements de terre avec les équinoxes ou syzygies; ce fait a été du reste remarqué, depuis la plus haute antiquité, par les populations voisines

des régions volcaniques du globe. Il restait à confirmer cet ordre d'idées restées sans explication pour les tremblements de terre et les éruptions volcaniques à d'autres époques de l'année, vu l'ignorance où l'on était sur l'action des masses des courants astéroïdaires.

» On sait que les tremblements de terre dans notre hémisphère ont principalement lieu en hiver, et le plus souvent de minuit au matin, c'est-à-dire dans la première partie de la journée. Ce qui s'explique parfaitement par les lois des afflux d'étoiles filantes (voir la Notice de M. Delaunay).

» On sait, d'autre part, que les éruptions de volcans ont principalement lieu en été, faits d'où il semble résulter que les courants d'étoiles filantes qui ont lieu dans le sens de la rotation terrestre donnent principalement lieu aux tremblements de terre, et les courants d'étoiles filantes en sens contraire de la rotation terrestre, à la plupart des éruptions volcaniques (1).

» Depuis le commencement du présent mois d'avril, les apparitions d'étoiles filantes et d'aurores boréales ont été presque incessantes, de jour et de nuit : apparitions d'aurores zodiacales, savoir : le 1er avril, au soir; le 3 avril, à $6^h 55^m$ du soir; vendredi 5 avril, à $5^h 45^m$ du soir; le 13 avril, depuis $6^h 50^m$ du matin jusqu'à 9 heures du matin. Chaque fois, il y avait deux vents rectangulaires superposés : le supérieur d'ouest-sud-ouest ou de sud-ouest, et l'inférieur d'ouest-nord-ouest ou de nord-ouest. Chaque fois, l'arc de la lumière zodiacale se trouvait dans le ciel d'ouest, tandis que le Soleil se trouvait dans le ciel d'est.

» Mon observation du 13 avril a été confirmée par un grand nombre de personnes, auxquelles j'ai fait constater *de visu* les faits ci-dessus mentionnés; entre autres, par M. Paul Rousseau, fabricant de produits chimiques, et par M. Villain, employé dans sa maison.

» Deux fois, les apparitions aurorales ont été interrompues par l'arrivée de tourbillons cyclonaires, savoir : le 1er avril au soir et le 22 au soir.

» Le 25 avril au soir, entre $11^h 15^m$ et minuit, j'ai compté, dans la Petite Ourse seulement, trente-quatre étoiles filantes courant d'ouest à est, principalement sud-ouest à nord-est; ce qui semble dénoter le passage d'un banc d'astéroïdes à proximité de notre globe.

» Il est bien entendu que les étoiles filantes rendues visibles par leur incandescence superficielle ne représentent que la faible escorte de la masse des astéroïdes qui restent toujours invisibles. (Si le courant d'astéroïdes se compose de météorites où le fer magnétique domine, on comprend aisément l'action que doit avoir cette espèce de barreau aimanté gigantesque, par induction, sur l'électricité et le magnétisme terrestre.) Il est probable que la crise violente dans l'éruption du Vésuve est due au grand afflux de la nuit du 25 au 26 avril. La nuit dernière et ce matin, entre 3 et 7 heures du matin, il y a eu de nouveau grand afflux d'étoiles filantes, courant principalement du sud-sud-ouest au nord-nord-est, et un moindre de sud-ouest à nord-est.

» Il est présumable que cet afflux donnera ou a dû donner lieu aujourd'hui à un nouveau paroxysme du Vésuve.

» Depuis 4 heures jusqu'à 8 heures du matin, s'est montrée l'apparition aurorale la plus

---

(1) *Voir* pour la confirmation de ce point de vue : 1° la Notice sur les étoiles filantes, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour l'année 1870, par M. Delaunay; 2° l'Exposition des faits et des idées relativement aux tremblements de terre et aux éruptions volcaniques dans les ouvrages de MM. Poullet-Scrop et Boscowicz.

extraordinaire que j'aie jamais vue; elle se composait, entre autres, d'une traînée lumineuse de cirrhi s'étendant du nord-nord-est au sud-sud-ouest en arc d'un bout à l'autre de l'horizon; il y avait aussi un arc de nord-nord-est à sud-ouest... »

M. **Dufossé** adresse deux compléments à son précédent Mémoire « sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons, etc. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, dans laquelle feu M. Duméril sera remplacé par M. Ch. Robin.)

M. **Turquan** adresse une nouvelle Note, accompagnée d'un dessin, sur son appareil propre à avertir de la présence du grisou dans les mines.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Brachet** adresse un Mémoire sur l'emploi du diamant pour les objectifs de microscope.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Saboureau** adresse une Note relative à un système de freins pour les trains de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Kramer** adresse, de Lausanne, une Note relative à un remede contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** a reçu de M. *de Luca* la dépêche télégraphique suivante, parvenue seulement pendant le Comité secret qui a suivi la séance publique :

« Naples, 29 avril, 9h 10m du matin.

» Vésuve, jeudi et vendredi, grande conflagration presque imprévue. Nouvelles bouches, émettant lave abondante. Plusieurs morts, quelques blessés. Samedi, hier et dans ce moment, fine pluie de cendres siliceuses, de plusieurs centimètres d'épaisseur. Naples donne asile aux populations voisines. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un nouveau numéro de la publication faite par la Société des Spectroscopistes italiens.

M. A. **Gaudry** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la chaire de paléontologie, laissée vacante au Muséum d'histoire naturelle, par le décès de M. *Lartet*.

(Renvoi aux Sections d'Anatomie et de Minéralogie.)

M. **Silbermann** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la chaire de physique générale et expérimentale, actuellement vacante au Collége de France, par suite de la retraite de M. *Regnault*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

PHYSIQUE. — *Recherches sur la réflexion de la chaleur* (suite); *par* M. P. **Desains**.

« Dans la séance du 22 avril, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur des effets de réflexion calorifique qui se rattachent aux phénomènes de la dispersion anomale, et, à ce sujet, j'ai été conduit à dire qu'en reprenant l'étude de la réflexion de la chaleur polarisée je m'étais assuré que, dans le cas où les rayons sont polarisés parallèlement au plan d'incidence, l'intensité de la réflexion était toujours donnée par la formule de Fresnel, $v^2 = \frac{\sin^2 i - r}{\sin^2 i + r}$ et cela tout aussi bien lorsque les rayons sont partiellement transmissibles à travers les miroirs que quand la portion qui échappe à la réflexion est complétement absorbée par ces miroirs. J'ai dit aussi que dans le cas où les rayons sont polarisés perpendiculairement au plan d'incidence, il suffit de modifier très-peu les hypothèses ou équations de Fresnel pour arriver à une formule représentant bien les phénomènes. Admettons, en effet, qu'à la partie la plus superficielle d'un milieu opaque la transmission commence à se faire comme Fresnel la conçoit dans les milieux transparents, sous la condition toutefois que la force vive du rayon incident ne se retrouve pas tout entière dans le rayon réfléchi et dans le rayon réfracté proprement dit. L'équation des forces vives, si l'on conserve les notations ordinaires, pourra s'écrire

$$(1) \qquad (1 - v^2) = \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} u^2 (1 - \delta),$$

$\delta$ étant une quantité dont le signe sera d'abord indéterminé. Si à cette équation on joint celle qui exprime la continuité du mouvement dans un sens parallèle à la surface du miroir $a$, savoir

$$(2) \qquad (1 + v) \cos i = u \cos r,$$

on en déduit aisément que le coefficient de vibration $\nu$ dans le rayon réfléchi est donné par la formule

$$(3) \qquad \frac{\tan g\, i - r}{\tan g\, i + r} = -\nu\left(1 - \frac{\delta \sin i \cos i}{\sin i \cos i + \sin r \cos r}\right) + \frac{\delta \sin i \cos i}{\sin i \cos i + \sin r \cos r}.$$

» Jusqu'ici $\delta$ est toujours indéterminé, mais avec quelques tâtonnements j'ai reconnu que l'on reproduit bien toutes les déterminations que j'ai faites en posant $\delta = \mathrm{K} \tan g^2 (i - r)$, et donnant à K les valeurs négatives suivantes pour les rayons rouges extrêmes K = — 0,19 dans le cas du platine et —0,22 dans le cas du métal des miroirs; pour le verre et ces mêmes rayons, K = 0. Pour le verre et les rayons obscurs extrêmes, K = — 0,8. Pour le métal des miroirs et ces mêmes rayons, K = — 1,9. Enfin pour la chaleur solaire totale, mais transmise à travers une épaisseur assez considérable de verre et de spath d'Islande, on a K = — 0,11 dans le cas de l'acier et dans celui de l'argent K = — 0,3. Pour le sel gemme, K est toujours égal à zéro.

» Dans chacun de ces cas la constante $n$ conserve, bien entendu, la valeur qu'on lui avait trouvée dans le cas correspondant, en opérant avec des rayons polarisés parallèlement au plan d'incidence. Les tableaux suivants vérifient toutes ces assertions.

INTENSITÉ DE LA RÉFLEXION CALORIFIQUE SOUS DIFFÉRENTES INCIDENCES.

*Chaleur polarisée parallèlement au plan d'incidence.*

| Angles d'incidence. | Intensités observées. | Intensités calculées. | Intensités observées. | Intensités calculées. |
|---|---|---|---|---|
| | *Platine* (rayons rouges $n = 8$). | | *Métal du miroir* (rayons rouges $n = 8,7$). | |
| 30° | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,67 |
| 50 | 0,72 | 0,72 | 0,74 | 0,74 |
| 72,30 | » | » | 0,87 | 0,87 |
| 76 | 0,856 | 0,88 | » | » |
| | *Acier* (chaleur solaire totale $n = 7,4$). | | *Argent* (chaleur solaire totale $n = 20$). | |
| 30° | 0,64 | 0,63 | 0,84 | 0,84 |
| 50 | 0,69 | 0,70 | 0,87 | 0,88 |
| 70 | 0,83 | 0,83 | 0,936 | 0,934 |
| 76 | 0,87 | 0,87 | » | » |
| 80 | 0,88 | 0,91 | 0,954 | 0,96 |
| | *Verre* (rayons obscurs extrêmes $n = 1,7$). | | *Métal du miroir* (rayons obscurs extrêmes $n = 26$). | |
| 20° | 0,074 | 0,077 | » | » |
| 30 | 0,11 | 0,093 | 0,87 | 0,87 |
| 50 | 0,168 | 0,163 | » | » |
| 60 | » | » | 0,93 | 0,93 |
| 70 | 0,375 | 0,373 | 0,94 | 0,95 |

*Chaleur polarisée perpendiculairement au plan d'incidence.*

| | *Platine* ($n=8$, $k=-0,19$). | | *Métal des miroirs* ($n=8,7$, $k=-0,22$). | |
|---|---|---|---|---|
| 30°............ | 0,59 | 0,58 | 0,62 | 0,61 |
| 50............ | 0,51 | 0,51 | 0,577 | 0,55 |
| 70............ | 0,43 | 0,43 | » | » |
| 72,30......... | » | » | 0,42 | 0,42 |
| 76............ | 0,40 | 0,40 | » | » |
| 80............ | » | » | 0,45 | 0,45 |

| | *Acier* (chaleur solaire totale $n=7,4$, $k=-0,11$). | | *Argent* (chaleur solaire totale $n=20$, $k=-0,3$). | |
|---|---|---|---|---|
| 30°............ | 0,57 | 0,54 | 0,80 | 0,80 |
| 50............ | 0,47 | 0,47 | » | » |
| 70............ | » | » | 0,81 | 0,79 |
| 76............ | 0,27 | 0,26 | » | » |
| 80............ | 0,30 | 0,30 | 0,83 | 0,84 |

| | *Verre* (rayons obscurs extrêmes $n=1,7$, $k=-0,8$). | | *Métal du miroir* (rayons obscurs extrêmes $n=26$, $k=-1,9$). | |
|---|---|---|---|---|
| 20°............ | 0,06 | 0,06 | » | » |
| 30............ | 0,05 | 0,05 | 0,83 | 0,84 |
| 50............ | 0,027 | 0,028 | » | » |
| 60............ | » | » | 0,79 | 0,80 |
| 70............ | 0,095 | 0,092 | 0,76 | 0,75 |

» Relativement aux expériences faites avec le rayonnement solaire total, il est bon de rappeler que dans un spectre solaire, surtout quand il est obtenu avec des appareils de verre et de spath d'Islande, la chaleur est presque tout entière confinée dans un espace qui n'occupe pas la sixième partie de la longueur totale du spectre. La valeur de $n$ que l'on emploie dans ce cas est une moyenne entre celles qui correspondent aux différents rayons simples de cette étroite région.

» J'ai cru devoir signaler l'accord mis en évidence dans les tableaux qui précèdent; mais je le signale comme un fait, et sans vouloir entrer dans aucune discussion théorique. J'ai laissé dans cette seconde Communication l'équation (1) sous la forme que je lui avais donnée dans la première. On pourrait tout aussi bien écrire

$$(1-\nu^2)=\frac{\sin i\cos r}{\sin r\cos i}u^2(1+\delta).$$

Alors l'équation (3) deviendrait

$$\frac{\operatorname{tang}(i-r)}{\operatorname{tang}(i+r)}=-\nu\left(1+\frac{\delta\sin i\cos i}{\sin i\cos i+\sin r\cos r}\right)-\frac{\delta\sin i\cos i}{\sin i\cos i+\sin r\cos r},$$

et les valeurs de K deviendraient positives, mais sans changer de grandeur absolue. J'ajouterai, en terminant, que dans ma Communication dernière il s'était glissé une erreur d'écriture dans l'équation finale; cette erreur se trouve rectifiée ici. »

ACOUSTIQUE. — *Sur un harmonium à double clavier*. Note de **M. G. Guéroult**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la Note suivante au sujet d'un harmonium à double clavier, que M. Debains a bien voulu construire sur mes indications.

» L'instrument a deux claviers : le clavier *antérieur* et le clavier *postérieur,* de douze notes à l'octave, comme le piano, et comprenant chacun cinq octaves, de fa en fa. Les deux claviers sont accordés par quintes justes, mais le clavier postérieur est à un *comma* $\left(\frac{81}{80}\right)$ plus bas que le clavier postérieur, qui est au diapason normal. En adoptant la notation d'Helmholtz et désignant par ut, ré, mi, fa, sol, etc., les sons du clavier antérieur, par $\underline{\text{ut}}$, $\underline{\text{ré}}$, $\underline{\text{mi}}$, $\underline{\text{fa}}$, $\underline{\text{sol}}$, etc., les sons du clavier postérieur, on voit que l'accord ut $\underline{\text{mi}}$ sol est exactement l'accord parfait juste, tel que le donne la théorie acoustique. Les touches noires de chaque clavier représentent chacune un bémol et un dièze, mais pas de la même série. Ainsi, sur le clavier antérieur, le mi$^{\flat}$, par exemple, représente le $\underline{\text{ré}}^{*}$ du clavier postérieur, autrement dit, mi$^{\flat}$ = $\underline{\text{ré}}^{*}$. Considérées comme des bémols, les touches noires du second clavier représentent les dièzes d'un troisième clavier qui serait accordé un *comma* plus bas que le second; ainsi $\underline{\text{mi}}^{\flat} = \underline{\underline{\text{ré}}}^{*}$. En confondant ainsi le bémol d'une série avec le dièze de l'autre, on commet une erreur égale à l'intervalle $\frac{846}{845}$, situé à la limite extrême des hauteurs perceptibles.

» On accorde l'instrument de la manière suivante : On commence par le clavier antérieur, et l'on obtient, par quintes justes descendantes, si, mi, la, ré, sol, ut, fa, si$^{\flat}$, mi$^{\flat}$. Ces quintes doivent être *absolument justes,* ne donner *aucun battement.*

» On détermine ensuite, sur le clavier antérieur, les notes $\underline{\text{fa}}^{*}$, $\underline{\text{ut}}^{*}$, $\underline{\text{sol}}^{*}$ ou, d'après ce qui précède, sol$^{\flat}$, ré$^{\flat}$, la$^{\flat}$, qui font avec les quintes justes précédemment formées, ré la, la mi, mi si, des accords parfaits *rigoureusement justes,* ne donnant aucun battement.

» On trouve sur le clavier postérieur le si, le mi, le la, le ré, le sol, le fa, le si♭, en prenant ces notes pour tierces justes des accords parfaits sol si ré, ut mi sol, fa la ut, si♭ ré fa, mi♭ sol si♭, ré♭ fa la♭, sol♭ si♭ ré♭, dont les quintes ut, sol, fa, si♭, etc., sont prises sur le clavier antérieur.

» On forme, toujours sur le clavier postérieur, les accords parfaits justes ré fa♯ la, la ut♯ mi, mi sol♯ si, en se servant pour les quintes ré, la, mi, des sons précédemment trouvés, et en accordant les tierces fa♯, ut♯, sol♯ (ou sol♭, ré♭, la♭) de manière qu'elles ne donnent aucun battement.

» La note si du clavier postérieur forme une quinte juste avec le fa♯ ou sol♭ du clavier antérieur. On trouve le ré (ou mi♭) du clavier postérieur en prenant cette note pour tierce juste de l'accord si ré♯ fa♯ (ut♭ mi♭ sol♭), dont les deux premières notes se trouvent sur le clavier postérieur et la troisième sur le clavier antérieur.

» Toutes les quintes déterminées jusqu'ici sont rigoureusement justes, hors une seule, celle qui est formée par le la♭ et le mi♭ du clavier antérieur. Cette quinte, dont la vraie formule est sol♯ mi♭, est représentée numériquement par $2^{\frac{7}{12}}$; elle est donc exactement égale à la quinte tempérée. On détermine l'ut du clavier postérieur, la tierce de l'accord la♭ ut mi♭, de façon que les *sons résultants* de chacune des deux tierces qui le composent coïncident et ne fassent point de battements. En désignant par $a$ et $b$ les nombres des vibrations de la tierce approximative cherchée, on a

$$x - a = b - x,$$

d'où

$$x = \frac{a+b}{2}.$$

» En pratique, cet accord de la♭, qui sert de raccordement entre deux séries d'accords parfaits rigoureusement justes, est de beaucoup supérieur pour l'oreille à l'accord tempéré ou pythagoricien. Tous les musiciens auxquels je l'ai soumis ont eu beaucoup de peine à faire la différence avec les autres.

» L'instrument que je viens de décrire, fondé sur le même principe que l'harmonium de Helmholtz, présente comme lui 15 accords parfaits ma-

jeurs et 15 accords parfaits mineurs justes (sauf la réserve faite plus haut pour le la♭ et l'ut). Il donne 13 gammes majeures justes et 14 gammes mineures, dont 8 justes et 6 ayant une sensible trop haute.

» La possibilité, dans les accords et dans les gammes, de modifier d'un *comma* $\left(\frac{81}{80}\right)$ la hauteur de chaque note, en fait un instrument précieux pour toutes les recherches historiques ou scientifiques sur la gamme ou l'harmonie. La netteté avec laquelle se font entendre les sons résultants m'a conduit à plusieurs résultats que je crois nouveaux, notamment sur l'origine de la *sixte augmentée*.

» Au point de vue musical, soit pour l'éducation de l'oreille ou de la voix, aujourd'hui dépravées comme à plaisir par l'emploi du *tempérament égal*, soit pour les effets de contraste entre les consonnances et les dissonances, pour la gradation des nuances harmoniques, l'harmonium à double clavier permet de réaliser tous les avantages de la gamme naturelle, énumérés par Helmholtz dans sa *Théorie physiologique de la musique*. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption des vapeurs de sélénium, de protochlorure et de bromure de sélénium, de tellure, de protochlorure et protobromure de tellure, de protobromure d'iode et d'alizarine.* Note de **M. D. Gernez**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» J'ai récemment annoncé à l'Académie (1) que la propriété de donner par interposition des systèmes de raies obscures dans les spectres lumineux continus, loin d'être un fait présenté exceptionnellement par quelques substances, se retrouve dans un certain nombre de vapeurs plus ou moins colorées, où j'ai réussi à les observer en opérant sur une épaisseur suffisante de ces vapeurs portées à une température convenable; les expériences dont je vais indiquer les résultats ajoutent à la liste des vapeurs qui produisent un spectre d'absorption les huit substances suivantes : sélénium, protochlorure et bromure de sélénium, tellure, protochlorure et protobromure de tellure, protobromure d'iode et alizarine.

» Le *sélénium*, chauffé vers 700 degrés, donne sous une épaisseur de quelques centimètres des vapeurs rougeâtres dont la teinte est d'autant plus rouge que l'épaisseur sous laquelle on l'observe est plus grande; une couche de vingt-cinq centimètres absorbe tous les rayons du spectre jusqu'à

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, 660 et 803.

la région rouge voisine de la position occupée par la raie *c* du spectre solaire. Lorsqu'on fait l'expérience dans un tube de porcelaine, fermé à ses deux extrémités par des lames de verre parallèles et chauffé graduellement par une rampe de becs de gaz, on n'observe, pendant toute la période d'échauffement, qu'une extinction progressive de toutes les régions du spectre à partir des rayons les plus réfrangibles jusqu'aux rayons rouges, sans aucune trace de raies noires; mais si l'on continue à élever la température, la teinte de la vapeur plus dilatée s'éclaircit, et les diverses régions du spectre reparaissent sillonnées de faisceaux de bandes noires dans le bleu et le violet. Le phénomène présente une certaine ressemblance avec le spectre d'absorption de l'acide sélénieux que j'ai signalé récemment, mais il n'est pas dû à la production accidentelle de cette substance, comme je m'en suis assuré en chauffant toujours le sélénium dans une atmosphère d'acide carbonique soigneusement desséché, qui ne produit aucune trace visible d'acide sélénieux.

» Le *protochlorure de sélénium*, obtenu en faisant arriver du chlore sec sur du sélénium en excès, est un liquide brun, limpide, dont la vapeur sillonne le spectre de raies qui commencent à la limite du vert et du bleu pour s'étendre jusqu'à l'extrémité du violet.

» Le *bromure de sélénium* exerce ses propriétés absorbantes dans une région différente du spectre; il produit des systèmes de raies presque équidistants lorsqu'on l'observe, comme le protochlorure, sous une épaisseur de 10 centimètres.

« Le *tellure* se prête plus facilement que les corps précédents à l'observation du phénomène; chauffé dans un tube de verre vert, de 2 à 3 centimètres de diamètre, préalablement rempli d'acide carbonique sec, il émet, à la température voisine de celle où le verre entre en fusion, une vapeur d'un jaune d'or qui produit un spectre d'absorption très-brillant, bien plus étendu vers le rouge que ceux du soufre et du sélénium, et composé de systèmes de raies fines s'étalant depuis le jaune jusque dans le violet.

» Le *protochlorure de tellure* a été préparé par l'action du chlore sec sur du tellure contenu dans un tube étroit; il forme une masse noire, fusible en un liquide rouge, se réduisant en vapeurs jaunes qui agissent très-activement sur la lumière. Il suffit d'une couche de 1 centimètre d'épaisseur pour observer le spectre d'absorption de cette substance, qui est particulièrement développé dans l'orangé et le vert.

» Le *protobromure de tellure* s'obtient facilement par l'action du brome sur un excès de tellure; c'est une matière cristallisée qui, par l'action de la

chaleur, émet une vapeur violette donnant un spectre d'absorption dont les raies les plus remarquables sont dans le rouge et le jaune.

» Le *protobromure d'iode* est un corps solide que l'on peut obtenir cristallisé par sublimation ; il émet, à la température ordinaire, des vapeurs dont la couleur est rouge de cuivre sous une faible épaisseur, et présente, sous une couche de 80 centimètres, une teinte rouge groseille. Le spectre d'absorption de cette vapeur, de même genre que ceux du brome et de l'iode, est formé de raies très-fines situées dans le rouge, le jaune et l'orangé; il diffère de l'effet que l'on observe en faisant passer la lumière à travers des couches successives de vapeurs d'iode et de brome.

» Les matières organiques volatiles peuvent donner, comme les autres vapeurs, des spectres d'absorption ; ainsi, l'*alizarine* sèche, chauffée avec ménagement, émet des vapeurs qui produisent, dans la région moyenne du spectre, des systèmes de raies sensiblement équidistantes. »

BALISTIQUE. — *Sur quelques effets de la pénétration des projectiles dans divers milieux et sur l'impossibilité de la fusion des balles de plomb dans les plaies produites par les armes à feu; par* **M. L. MELSENS.**

« Les opinions émises dans la séance du 20 novembre 1871, par M. le professeur Coze, ne me paraissent justifiées ni par le calcul ni par l'expérience directe.

» Une balle de plomb à zéro, animée d'une vitesse de $291^{m},75$ par seconde, étant arrêtée et toute sa force vive transformée en chaleur, circonstance inadmissible dans la pratique, atteindrait, mais sans fondre, la température de la fusion du plomb, 325 degrés C.; animée d'une vitesse de 360 mètres, elle fondrait complétement; la vitesse s'élevant à 400 mètres, la température dans la masse fondue serait de 415 degrés, c'est-à-dire à 90 degrés au delà du point de fusion du plomb (1).

» J'ai principalement fait usage de balles sphériques de plomb dans mes tirs; leur poids est de $26^{gr},5$, leur diamètre de $0^{m},0166$ à $0^{m},0167$;

(1) Une balle de plomb marchant avec la vitesse de la Terre dans son orbite (30800 mètres) arrêtée, et toute sa force vive étant transformée en chaleur, n'atteindrait pas moins de 3622837 degrés pour une balle de 40 grammes; la quantité de chaleur que représente cette température, impossible sans doute, serait capable de porter de zéro à 325 degrés un bloc de plomb de $445^{kg},89$, ou fondrait complétement un bloc de $292^{kg},200$; en termes plus généraux, 11147 fois le poids du projectile porté de zéro à 325 degrés, et 7305 ce poids de plomb fondu à 325 degrés.

j'ai employé comparativement des balles d'alliage de d'Arcet, fusible à 95 degrés.

» Le calcul indique qu'une balle d'alliage fusible, supposée à zéro degré, animée d'une vitesse de 250 mètres par seconde, et toute sa force vive étant transformée en chaleur par un arrêt subit, fondrait complétement; à la vitesse de 400 mètres par seconde, la température dans la masse fondue ne s'élèverait pas à moins de 385 degrés, c'est-à-dire à 290 degrés au delà du point de fusion.

» Les balles de plomb ont été tirées, sans que le plomb ait fondu, aux vitesses de 250 à 400 mètres par seconde, sur du plomb, sur des calcaires durs et polis; avec pénétration plus ou moins profonde dans les bois tendres ou très-durs, humides ou secs, parallèlement ou perpendiculairement aux fibres; dans des épaisseurs de papiers, normalement, obliquement ou parallèlement aux feuilles; matières dont quelques-unes offrent bien plus de résistance que le corps des animaux.

» J'ai brisé de gros blocs de calcaire oolithique des environs de Metz à des vitesses qui ont atteint jusqu'à 400 mètres environ, sans trouver des marques bien déterminées de fusion; les balles, dans ce cas, ne perdaient en général qu'une faible fraction de leur poids. M. Coze, au contraire, pense que les balles du fusil suisse, tirées à 100 pas sur des cibles de fer, perdent *par fusion* les $\frac{27}{40}$ de leur poids.

» Les balles d'alliage fusible, tirées comparativement dans toutes les matières que je viens de signaler, présentent des indices nets de fusion, mais ce ne sont que des traces, qui n'ont rien de comparable aux $\frac{27}{40}$ auxquels je viens de faire allusion.

» Une balle d'alliage fusible frappe à la vitesse minimum de 380 à 400 mètres un bloc de calcaire oolithique de Jaumont, des environs de Metz: le bloc est brisé ainsi que la balle, mais on en retrouve les quatre cinquièmes en fragments (huit gros, quinze petits); à peine y a-t-il des traces de fusion sur quelques-uns d'entre eux; car, en général, ils présentent une cassure anguleuse, cristalline ou fibreuse dans les parties intérieures, tandis que l'extérieur conserve la forme du moule à balles.

» A la vitesse de 250 mètres (suffisante pour fondre toute la matière de la balle, en supposant que sa force vive fût transformée totalement en chaleur), les fragments sont moins nombreux, par conséquent plus volumineux; un seul porte des traces nettes d'une fusion partielle; comme dans le tir précédent, on retrouve les quatre cinquièmes de la balle en fragments cristallins.

» Des expériences analogues ont été faites et l'on a obtenu des résultats semblables, en tirant sur des os de cheval; on recueillait les fragments d'os et les débris des balles dans des feuilles de papier.

» A la guerre, on n'emploie, en général, que des balles de plomb pour charger les armes portatives et les mitrailleuses. Une seule expérience suffira, dans ce court extrait, pour faire voir nettement et sans contestation qu'une balle de plomb ne fond pas, en traversant, en brisant les os des animaux. En effet, la mâchoire inférieure d'un cheval, bien consolidée, est traversée par une balle de plomb animée d'une vitesse de 380 mètres. Celle-ci produit deux ouvertures considérables, brise ou mieux pulvérise les quatre faces, enlève de chaque côté la quatrième molaire; toutes les dents sont brisées et réduites en menus fragments. La balle aplatie va frapper du papier sans y pénétrer; elle est couverte de poussière d'os qui y adhère fortement et s'y trouve incrustée; elle n'a perdu que $1^{gr},5$ de son poids $=\frac{1}{18}$. Les deux ouvertures ont les dimensions suivantes : entrée, 17 millimètres, sortie irrégulière, ellipsoïde dont les diamètres sont d'environ 45 et 60 millimètres; entrée de l'autre côté, ouverture ellipsoïde de 45 sur 60 millimètres de diamètre environ; sortie irrégulière de 55 sur 70 millimètres; l'épaisseur des couches d'os ou des dents ne s'élève pas, au total, à moins de 60 à 65 millimètres.

» Quant à la déformation et à la prétendue fusion des balles dans les tirs d'expérience et les tirs de guerre, il est à remarquer qu'à la guerre les blessures sont souvent produites après un ricochet qui a déformé les balles préalablement; on ne peut, des observations les mieux faites, tirer aucune conclusion, puisque, dans la plupart des cas, on ignore les circonstances qui ont accompagné la blessure : ricochet, matières projetées par les projectiles, etc.

» Je ne pense pas que l'on puisse assimiler le tir sur un animal, quel qu'il soit, au tir sur des obstacles fixes : cibles de fer, etc. Voyons cependant ce qui arrive dans ce dernier cas :

» Une balle d'alliage fusible, qui frappe à la vitesse de 400 mètres par seconde une enclume appuyée contre un mur, ne fond que partiellement; elle se fragmente en morceaux qui, incontestablement, n'ont pas subi la fusion, et se pulvérise; une partie de cette poussière est réduite à l'état de poudre impalpable.

» J'ai tiré avec des balles de sodium, de zinc, de bismuth, d'étain et de plomb, sur une enclume solidement fixée contre un mur épais; au moment où la balle frappe l'obstacle, le tir se faisant dans une chambre obscure,

une lueur plus ou moins vive apparaît; il faut en conclure que des portions de la balle sont, non-seulement portées à la température de la fusion, mais à celle de l'ignition. Ce phénomène me paraît en tout semblable ou comparable à celui qu'on observe lorsqu'on se procure du feu avec le briquet à silex. Mais, pour la balle de plomb qui frappe l'enclume, un phénomène remarquable se présente. S'il y a du plomb fondu, c'est, en tout cas, peu de chose; des fragments de la balle conservent une force vive considérable; le métal, si mou, se pulvérise, et une partie de cette poussière est si impalpable, qu'elle pourrait servir à estomper un dessin; on constate, dans cette poussière, la présence de l'oxyde de plomb, soluble dans l'acide acétique dilué. Notons que le plomb, pour ces tirs, est exempt d'oxyde. On recueille cette poussière et les fragments en repliant une longue feuille de zinc de 2 mètres, et formant ainsi un tube au fond duquel se trouve l'enclume. Des fragments microscopiques conservent assez de force vive pour produire de petits trous microscopiques dans une feuille de zinc n° 8; les plus gros fragments la découpent net dans le plan de l'enclume, ne laissant que quelques points adhérents. J'ai essayé, sans y parvenir, de produire des trous pareils par le tir direct, en employant de la limaille de plomb, mais on entame la lame sans la traverser, ou l'on fait une ouverture beaucoup plus grande.

» Toutes ces expériences peuvent être répétées avec un pistolet de tir. »

CHIMIE. — *Étude sur les marais salants et l'industrie saunière du Portugal.* Note de M. AIMÉ GIRARD.

« Le Portugal est, par excellence, un pays saunier; favorisé par la température élevée et par les vents secs de nord-est qui règnent sur ses côtes, il produit chaque année 250000 tonnes d'un sel justement renommé, dont les deux tiers ou les trois quarts, destinés à l'exportation, sont recherchés par les pêcheurs et les saleurs de viandes du Brésil, de la Russie, de l'Angleterre, de la Hollande, de la Suède, etc.

» L'industrie saunière, en Portugal, est groupée autour de quatre centres principaux : Sétubal, Lisbonne, Aveiro et les Algarves. Dans chacun des trois premiers, les procédés présentent des particularités dignes de remarques; le plus original est celui qu'emploient les paludiers de Sétubal.

» La disposition des marais de Sétubal est d'une simplicité surprenante; le procédé suivi sur ces marais est, en apparence, d'une grossièreté singu-

lière et les produits semblent devoir être d'une qualité très-inférieure; l'analyse montre qu'il faut les compter parmi les meilleurs.

» Qu'on imagine une vaste cuvette de 1 ou 2 hectares environ, divisée en carrés égaux de 100 à 150 mètres de superficie et de 20 centimètres de profondeur, isolés les uns des autres par des chemins de 1 mètre et ne communiquant qu'avec un grand réservoir chargé d'emmagasiner l'eau de la mer, et l'on aura la représentation exacte d'un salin de Sétubal. Chacun des carrés de ce salin a la même fonction; l'eau de mer y arrive directement du réservoir, s'y évapore, et sur le carré même dépose le sel qu'elle renfermait, sans s'être ni concentrée ni purifiée, comme cela a lieu habituellement, dans une série de pièces préparatoires.

» A l'automne, lorsque la saunaison est finie, sans renvoyer à la mer les eaux magnésiennes laissées par les récoltes de l'année, on recouvre le marais entier de 50 à 60 centimètres d'eau. Au printemps suivant et même déjà pendant l'hiver, cette eau s'évapore; vers le milieu de juin, les chaussées se découvrent; les carrés sont alors nettoyés, puis abandonnés à eux-mêmes, et de temps en temps rafraîchis à l'aide d'eaux neuves prises au réservoir. Sous l'action de la haute température et des vents secs de nord-est qui, à à cette époque, règnent en Portugal, l'évaporation devient très-rapide; vingt jours suffisent, en général, à la compléter, et l'on trouve alors sur chaque carré une masse saline de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, *presque sèche*, à peine mouillée par une petite quantité d'eau mère : c'est la première récolte.

» Ce sel est levé; l'eau mère, peu abondante, que fournit le levage est laissée sur le carré; une nouvelle quantité d'eau prise au réservoir vient remplacer celle qui s'est évaporée, et, vingt jours après, on procède à une deuxième récolte, qui mesure en général de 2 à 3 centimètres de hauteur. Mais, pour cette deuxième récolte, l'évaporation n'est pas, comme dans le cas précédent, conduite presque à sec, et le lavage a lieu sous une couche de 2 centimètres d'eau environ. L'opération terminée, l'eau mère reste encore sur le carré; si la saison est belle, le saunier tente d'obtenir de la même façon une troisième récolte, et enfin, vers la fin de septembre, il inonde le marais, ainsi que je l'ai dit précédemment.

» Les choses se renouvellent ainsi chaque année, les eaux mères sont toujours laissées sur le marais, et les sels magnésiens, ainsi abandonnés à chaque récolte nouvelle, semblent bientôt devoir rendre toute saunaison impraticable par leur accumulation. Cependant, chaque année, la saunaison recommence avec une régularité parfaite.

» La première hypothèse qui se présente à l'esprit est que les sels de Sétubal doivent être fortement chargés en composés magnésiens, et que la première récolte, conduite presque à siccité, a pour mission d'enlever, comme une éponge, non-seulement les sels magnésiens contenus dans le volume d'eau salée d'où elle provient, mais encore les composés abandonnés par la seconde et la troisième récolte de l'année précédente.

» Les analyses suivantes, faites sur des échantillons que j'ai récoltés à deux marais différents, démontrent qu'il n'en est rien :

| | I. | | II. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1re récolte. | 2e récolte. | 1re récolte. | 2e récolte. |
| Matières insolubles | 0,015 | 0,030 | 0,022 | 0,047 |
| Sulfate de chaux | 1,087 | 2,081 | 1,107 | 1,298 |
| Sulfate de magnésie | 0,268 | 1,881 | 0,477 | 1,789 |
| Chlorure de magnésium | 0,097 | 1,824 | 0,434 | 2,000 |
| Chlorure de sodium (par différence) | 98,533 | 94,184 | 97,960 | 94,866 |
| | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Eau | 6,9 | 10,4 | 9,7 | 9,2 |

» C'est donc à tort que les sels de Sétubal sont confondus sous une même dénomination; les sels de première récolte, obtenus presque à sec, sont d'une pureté égale, quelquefois même supérieure à celle des meilleurs sels de la Méditerranée; les sels de deuxième récolte, levés sous l'eau, chargés en composés magnésiens, se rapprochent de nos sels de l'Ouest.

» Le sel le plus pur étant fourni par l'eau qui a le plus longtemps séjourné sur le sol du marais, c'est à un phénomène particulier dont ce sol serait la cause déterminante que semble due la disparition des composés magnésiens et, par suite, l'épuration des eaux.

» Sur le fond du marais de Sétubal s'est développé, de temps immémorial, un feutre compact, de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, dû à la végétation d'une conferve marine, feutre dont la présence, au dire des sauniers portugais, est indispensable à la production des récoltes, et qui me paraît être l'agent de cette épuration (1).

(1) Un feutre de même nature se développe spontanément, et sous tous les climats, sur les surfaces consacrées à l'évaporation de l'eau de mer. Chacun sait le parti important que nos sauniers de la Méditerranée tirent du feutre Dol pour la production d'un sel blanc et pur; j'ai récemment constaté la présence d'un feutre analogue dans les fares des marais du Croisic, mais je ne saurais dire si la nature du sol sous-jacent permet, soit dans le Midi, soit dans l'Ouest, à ce feutre de jouer le même rôle qu'à Sétubal.

» On peut admettre que cette surface continue, séparant l'eau salée qui se concentre du sol toujours plus ou moins perméable sur lequel elle repose, joue, entre ces deux milieux, le rôle d'un diaphragme dialytique. Le chlorure de magnésium traversant le dialyseur plus vite que le chlorure de sodium, l'eau de mer se purifierait spontanément, par le long séjour qu'elle fait sur le feutre, en attendant la première récolte, tandis qu'elle ne le pourrait pas pendant le temps relativement court qui sépare cette première récolte de la deuxième et de la troisième.

» J'ai cherché à vérifier cette hypothèse par des essais directs.

» J'ai préparé des solutions diversement concentrées d'un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de magnésium, contenant, pour 100 parties du premier sel, 25 parties environ du second. Chacune de ces solutions a été divisée en deux portions: l'une d'elles a été placée dans un dialyseur, l'autre a servi à mouiller du sable fin, sur lequel ce dialyseur a été simplement posé. L'appareil ainsi installé a été abandonné à lui-même; puis, au bout de quelques jours, j'ai déterminé la proportion relative des deux sels dans les liquides placés dessus et dessous le dialyseur; voici les résultats :

| | Liqueur à 6 degrés B. | | Liqueur à 16 degrés B. | |
|---|---|---|---|---|
| Rapport primitif des deux sels.... | $\frac{MgCl}{NaCl} = \frac{24}{100}$ | | $\frac{MgCl}{NaCl} = \frac{28}{100}$ | |
| | dessus | dessous | dessus | dessous |
| Après trois jours........ | $\frac{21}{100}$ | $\frac{26}{100}$ | $\frac{27}{100}$ | $\frac{31}{100}$ |
| | Liqueur à 6 degrés B. | | Liqueur à 17 degrés B. | |
| Rapport primitif des deux sels.... | $\frac{MgCl}{NaCl} = \frac{22}{100}$ | | $\frac{MgCl}{NaCl} = \frac{24}{100}$ | |
| | dessus | dessous | dessus | dessous |
| Après trois jours........ | $\frac{19,7}{100}$ | $\frac{23,4}{100}$ | $\frac{23,7}{100}$ | $\frac{25}{100}$ |

» Dans les singuliers procédés suivis à Sétubal, on peut donc admettre que la saunaison est précédée par une épuration spontanée des eaux, qui, sous l'action dialytique du feutre dont est recouvert le marais, se débarrassent, surtout pendant la saison hivernale, d'une grande partie des sels magnésiens qu'elles renferment.

» Le procédé suivi sur les marais de Lisbonne est une sorte de compromis entre le procédé de nos salines de la Méditerranée et le procédé de Sétubal; le procédé suivi à Aveiro n'est autre que celui de nos marais de l'Ouest, très-soigné et habilement mis en œuvre.

» Je donne ici les analyses de sels recueillis par moi, aux marais, et par conséquent d'âge connu et de provenance certaine :

| | Sels de Lisbonne. | | Sels d'Aveiro | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1re récolte. | 2e récolte. | enflaconnés de suite. | | égouttés par un an de meule. | |
| | 1866 | 1865 | 1865 | 1866 | 1864 | 1865 |
| Matières insolubles.. | 0,045 | 0,008 | 0,067 | 0,472 | 0,327 | 0,396 |
| Sulfate de chaux.... | 1,538 | 1,471 | 0,645 | 0,575 | 0,697 | 0,640 |
| Sulfate de magnésie.. | 0,565 | 2,337 | 0,903 | 0,861 | 0,218 | 0,165 |
| Chlorure de magnésie | 0,777 | 2,151 | 1,134 | 1,285 | 0,843 | 0,181 |
| Chlorure de sodium (par différence)... | 97,075 | 94,033 | 97,251 | 96,807 | 97,915 | 98,618 |
| | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Eau.............. | 2,3 | 8,3 | 4,9 | 8,2 | 3,9 | 4,5 |

» Les sels de première récolte de Sétubal et de Lisbonne, les premiers surtout, sont donc d'une pureté égale, quelquefois même supérieure à la pureté des sels de la Méditerranée, et les sels de deuxième récolte, ainsi que les sels d'Aveiro, ont, avec nos sels de l'Ouest, la plus grande analogie de composition. Mais ces sels ont sur les produits de nos marais de la Bretagne et de la Vendée l'avantage d'être d'une blancheur parfaite, et de ne renfermer qu'une faible proportion de matières terreuses insolubles. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la présence du sélénium dans l'acide sulfurique de fabrication française.* Note de **M. I. Personne**, présentée par M. Bussy.

« Le sélénium, découvert par le célèbre chimiste suédois dans le soufre de Falhun, a été rencontré plus tard dans les sulfures du Harz, qui ont été mis à profit pour son extraction; M. Gmelin l'a aussi signalé dans les pyrites de Bohême et a constaté sa présence dans de l'acide sulfurique fabriqué à Krelitz, à l'aide du grillage de ces pyrites. Mais ce métalloïde n'a pas encore été rencontré jusqu'à présent, au moins à ma connaissance, dans l'acide sulfurique.

» Dans le cours des travaux chimiques que je dirige à l'École supérieure de Pharmacie, il m'a été donné de constater la présence du sélénium dans l'acide sulfurique provenant d'une fabrique du département de la Seine, et obtenu par le grillage des pyrites.

» Cet acide sélénifère a pour densité 1,820; aucun caractère ne le distingue de l'acide ordinaire. Cependant, il n'est pas propre à tous les usages

des laboratoires de chimie; lorsqu'on le soumet à la distillation, dans le but d'obtenir l'acide pur, on obtient un produit qui rougit par l'addition de cristaux de sulfate de fer, ce qui a fait croire à certains fabricants de produits chimiques qu'il était impossible de le priver des composés oxygénés. Mais un examen attentif de la réaction fait bien vite reconnaître que la coloration rouge obtenue est bien différente de celle que fournissent les composés nitreux; en effet, le sulfate ferreux ne se colore pas en rouge violacé, comme avec les produits nitreux, il devient, au contraire, complétement blanc, gagne le fond du vase et est recouvert par un liquide de couleur rouge brique. Lorsqu'on fait réagir l'acide sélénifère sur le sel marin, pour préparer l'acide chlorhydrique, l'acide que l'on obtient se colore peu à peu en jaune orange, puis en rose foncé, et laisse enfin déposer une poudre rouge : c'est l'examen du dépôt ainsi obtenu qui m'a fait reconnaître la présence du sélénium.

» Il est facile d'isoler le sélénium de cet acide sulfurique; il suffit, pour cela, de l'étendre d'environ 4 fois son volume d'eau; puis, la liqueur étant refroidie et filtrée pour en séparer le sulfate de plomb, d'y ajouter une solution d'acide sulfureux; on obtient aussitôt une teinte jaune orange, qui se fonce de plus en plus, devient rouge et laisse déposer des flocons rouges de sélénium. La liqueur est ensuite agitée avec du sulfure de carbone bien pur, qui dissout le métalloïde mis en liberté et l'abandonne à l'état de pureté par une évaporation ultérieure. C'est ainsi que j'ai pu retirer $0^{gr},20$ de sélénium de trois litres d'acide sulfurique.

» La question importante de ce sujet, c'est l'origine de ce sélénium. Les renseignements qui m'ont été fournis tendent à me faire croire qu'il provient de pyrites cuivreuses, d'origine française, employées à cette fabrication; mais ces renseignements ne sont pas encore assez certains pour m'autoriser à affirmer cette origine. Tout ce qu'il m'est permis de dire pour le moment, c'est que de l'acide sulfurique, fabriqué avec des pyrites de provenance belge, a été trouvé exempt de sélénium. Je compte m'occuper de ce sujet, et quand mes renseignements seront précis, j'aurai l'honneur de les faire connaître à l'Académie.

» La présence du sélénium dans l'acide sulfurique implique nécessairement son existence, en quantités plus ou moins grandes, dans les produits accessoires de sa fabrication, et notamment dans les boues des chambres; c'est cette recherche que je me réserve de poursuivre. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'action de l'oxygène sur certaines infusions végétales.* Note de **M. l'Abbé Laborde**, présentée par M. Pasteur.

« J'ai fait une expérience qui peut avoir une grande importance dans des questions difficiles que M. Pasteur a résolues, et qui cependant reviennent sans cesse en discussion. Voici en quoi elle consiste.

» De chaque côté d'un ballon de verre, on étire à la lampe un tube à travers lequel on fait passer un fil de platine, puis on fond le verre sur le platine. On a ainsi deux fils métalliques qui pénètrent dans le ballon, et présentent au dehors leurs extrémités opposées. On remplit le ballon, aux deux tiers, d'une décoction de plantes, puis on étire le goulot à la lampe. On fait bouillir le liquide pendant quelque temps, puis on fond l'extrémité du tube, pour fermer hermétiquement le ballon. Ayant trouvé difficile de faire cette dernière opération pendant que la vapeur traversait le tube, j'ai enveloppé de la flamme soufflée l'extrémité ouverte, et, faisant cesser l'ébullition, j'ai fondu cette extrémité, en sorte que l'air qui a pu rentrer avait dû traverser la flamme ardente du chalumeau.

« On voit de suite que les fermetures sont complètes lorsque l'ébullition recommence d'elle-même, et qu'elle continue pendant quelque temps dans le vide produit par la condensation de la vapeur.

» Une partie de la précédente décoction, séparée d'avance et laissée à l'air libre, présentait, au bout de cinq à six jours, des plaques de moisissures qui se sont multipliées à la surface. Rien de semblable ne s'est montré dans le ballon, et, au bout d'un mois, le liquide qu'il contenait présentait encore la même apparence.

» J'ai mis alors les fils de platine en contact avec les pôles d'une pile de 60 petits éléments, et j'ai fait naître dans l'intérieur du ballon environ 2 centimètres cubes d'oxygène. Une expérience préalable, faite sous une petite éprouvette, avec une décoction semblable, m'avait montré qu'avec la pile et le temps employés, je devais obtenir à peu près 2 centimètres cubes d'oxygène. Après cinq jours, le liquide ayant toujours la même apparence, j'ai introduit, encore à l'aide de la pile, 2 centimètres d'oxygène dans le ballon, et j'ai renouvelé cette opération tous les cinq jours pendant un mois, sans qu'aucun changement se soit manifesté. Alors j'ai brisé le tube, et, au bout de dix jours, quelques groupes de moisissures se sont montrés sur le liquide; la décomposition a continué ensuite, mais plus lentement que dans les décoctions fraîches qui n'avaient pas subi le même traitement.

» Rien ne prouve mieux, ce me semble, l'impuissance de l'oxygène à produire la fermentation, que cette expérience, où, mis en contact à plusieurs reprises avec un liquide fermentescible, il n'y détermine aucun changement sensible. Cette impuissance est d'autant plus remarquable que, dans cette circonstance, l'oxygène possède une activité particulière, puisqu'il est sous la forme d'ozone, c'est-à-dire à l'état naissant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la question de l'assimilation de l'ammoniaque par la levûre.* Note de **M. Griessmayer**, présentée par M. Pasteur.

» M. Duclaux (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 480) a confirmé l'assertion de M. Pasteur, en opposition à l'opinion de M. Liebig, à savoir, que le champignon de la levûre, lors de la fermentation, peut emprunter aux sels ammoniacaux l'azote nécessaire à sa vie.

» A ce sujet, M. Liebig a répondu qu'il y avait là erreur : que l'on ne retrouvait plus, après la fermentation de la liqueur, l'ammoniaque qu'on y avait ajoutée à dessein, par la raison que la méthode employée par M. Pasteur, d'après M. Boussingault, qui consiste à faire bouillir la liqueur avec la magnésie calcinée pour en dégager l'ammoniaque, n'est pas propre à cet objet; qu'au contraire, en présence des phosphates, l'ammoniaque était par là précipitée sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Cette manière de voir n'est pas juste. Lorsqu'on met du phosphate ammoniaco-magnésien dans l'eau et qu'on le chauffe avec de la magnésie calcinée, l'ammoniaque est chassée. Il y a plus, le phosphate ammoniaco-magnésien, chauffé tout seul avec de l'eau, et sans qu'on y ajoute de la magnésie calcinée, laisse dégager au bout de quelques minutes l'ammoniaque qui s'y trouvait à l'état de combinaison.

» Il faut donc reconnaître que la manière de voir de M. Pasteur sur le pouvoir nutritif des sels ammoniacaux reste intacte. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action physiologique de l'éther formique.* Note de **M. H. Byasson**, présentée par M. Robin.

« Dans notre travail sur l'hydrate de chloral, après avoir confirmé par de nouvelles expériences le dédoublement de ce composé dans l'organisme animal en chloroforme et formiate alcalin, nous avons montré par des expériences comparatives exécutées avec ce composé, le chloroforme et le bichloracétate de soude, que l'hydrate de chloral avait une action propre, différente de celle du chloroforme et pouvant être envisagée comme la

résultante de l'action du chloroforme et de l'acide formique produits. Nous avons cherché à confirmer cette interprétation de nos expériences. Les formiates alcalins n'ayant pas d'action bien caractérisée sur l'organisme, nous avons cherché si un corps qui produirait par dédoublement de l'acide formique n'exercerait pas une action marquée. L'éther formique se décomposant facilement sous l'influence des alcalis en alcool et formiate alcalin était tout indiqué. Ce composé a été préparé de la manière suivante : l'acide oxalique et la glycérine, ayant été mélangés suivant le procédé de M. Berthelot pour la préparation de l'acide formique, sont chauffés pendant environ quatre heures, et l'acide carbonique se dégage, en même temps qu'il distille un mélange d'eau et d'acide formique en petite quantité; si on laisse refroidir et qu'on ajoute au mélange de l'alcool à 95 degrés, puis qu'on chauffe lentement, une grande partie de l'alcool s'éthérise directement, et il distille un mélange d'éther formique et d'alcool qui est traité par les procédés ordinaires, pour arriver à avoir de l'éther formique pur. Ce corps, plus volatil que le chloroforme, peut être administré facilement par la voie pulmonaire. Il est soluble dans dix fois son poids d'eau ; l'addition d'un peu d'alcool augmente beaucoup sa solubilité, ce qui permet de l'employer à l'intérieur, soit par la voie stomacale, soit par injection sous-cutanée.

» Nos expériences ont été pratiquées comparativement avec l'éther formique, le chloroforme et l'éther acétique, sur des rats, des cochons d'Inde, des chiens. Par la voie pulmonaire, l'action est rapide, moins cependant que celle du chloroforme; on observe surtout les phénomènes d'asphyxie, un refroidissement qui atteint 3°, 5. La résolution musculaire n'est pas complète et la sensibilité n'est pas abolie. Comme anesthésique, l'éther formique ne peut donc pas être comparé au chloroforme. Les animaux restent plusieurs heures avant de revenir à l'état normal; le refroidissement et l'horripilation persistent souvent. Par la voie pulmonaire ou par injection sous-cutanée, à la dose de 1 à 2 centimètres cubes pour les rats et les cochons d'Inde, de 4 à 6 centimètres cubes pour les chiens, les mêmes phénomènes apparaissent, mais l'asphyxie est moins prononcée; les animaux restent cloués sur place, avec résolution musculaire marquée, tendance au sommeil, refroidissement; la sensibilité n'est qu'émoussée. L'éther formique agit donc sur le système nerveux moteur et sur la calorification et son action persistent longtemps. Administré à l'homme, à la dose de 6 à 8 grammes, dans le but de rechercher l'acide formique dans les urines, il a produit une tendance marquée au sommeil ; les autres phénomènes n'ont pas été

constatés. L'acide formique a été retrouvé dans les urines, en suivant le procédé décrit dans nos expériences sur l'hydrate de chloral.

» Dans les mêmes conditions, l'éther acétique n'a produit aucun résultat marqué. Ces expériences viennent donc confirmer nos premières conclusions, à savoir : que l'action physiologique de l'hydrate de chloral ne saurait être assimilée à celle du chloroforme introduit successivement dans l'économie, qu'elle est spéciale à ce corps et qu'elle résulte de l'action combinée du chloroforme et de l'acide formique, produits dans l'économie sous l'influence des carbonates alcalins du sang. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le squelette humain trouvé dans les cavernes des* Baoussé-Roussé (*Italie*), *dites grottes de Menton, le* 26 *mars* 1872. Note de **M. E. Rivière**, présentée par M. de Quatrefages.

« La caverne du Cavillon ou quatrième caverne des *Baoussé-Roussé* (1) a été exploitée maintes fois, mais seulement dans les couches supérieures, depuis nombre d'années, et antérieurement aux recherches dont j'ai été chargé au mois de juillet dernier par M. le Ministre de l'Instruction publique. Jusqu'alors aucun ossement humain n'y avait été découvert.

» Depuis plus de trois mois, j'étudiais également le sol de cette caverne, creusant chaque jour plus profondément, et j'étais parvenu à $6^{m},55$ au-dessous du premier niveau, sans avoir recueilli d'autres objets que de nombreux instruments en silex (2), des instruments en os, des coquilles marines et terrestres, et un grand nombre d'ossements, de dents et de mâchoires appartenant à divers animaux, carnassiers (l'*Ursus spelæus* entre autres), pachydermes, ruminants et rongeurs; j'étais, dis-je, parvenu à $6^{m},55$ de profondeur, lorsque, dans la journée du 26 mars dernier, je découvris les premiers ossements d'un pied appartenant au squelette humain sujet de cette première Note.

» Ce squelette, dont le dégagement entier n'a pu être terminé qu'après huit jours d'un travail non interrompu, était placé sur le côté gauche (décubitus latéral gauche); son attitude était celle du repos, celle d'un homme que la mort aurait surpris pendant le sommeil. La tête, un peu plus élevée que le reste du corps et légèrement inclinée en bas, reposait sur la partie latérale gauche du crâne et de la face; le maxillaire inférieur était appuyé sur les dernières phalanges de la main gauche.

(1) Mot patois qui signifie *rochers rouges*.
(2) Quelques milliers.

» Le squelette était situé dans le sens longitudinal de la caverne, à 7 mètres environ de l'entrée et près de la paroi latérale droite.

» Le crâne était recouvert de nombreuses coquilles percées d'un trou (1), se rapportant au genre *Nassa* (la *Nassa neritea*), et de quelques dents également perforées par l'homme (prémolaires de Cerf).

» De plus, un instrument en os, long de $0^m,173$, terminé en pointe d'un côté, de l'autre par une extrémité large et aplatie, était appliqué sur le crâne en travers du front.

» En arrière du crâne et contre l'occipital étaient placées deux pointes de lance en silex, toutes deux brisées à la base, mais à pointe à peu près intacte, à bords accidentellement dentelés. La plus grande mesurait $0^m,095$ de longueur, l'autre $0^m,083$.

» Le crâne a conservé sa forme, malgré les quelques fractures qui le sillonnent, et présente les caractères des dolichocéphales.

» L'occipital est fortement déprimé. Les os de la face sont bien conservés; les dents paraissent être au complet; elles sont très-usées, indice d'un âge avancé. Le maxillaire inférieur est assez développé; l'apophyse odontoïde très-peu saillante, l'angle de la mâchoire très-arrondi. Le crâne a éprouvé un léger renversement, de gauche à droite et de haut en bas, sur les os de la face. L'angle facial, difficile à déterminer, paraît mesurer plus de 80 degrés.

» La colonne vertébrale présente une incurvation très-prononcée, à concavité intérieure, principalement à la région dorsale, due à la position du corps avant la mort et à la compression du thorax. Les vertèbres de la région cervicale sont bien conservées; celles de la région dorsale sont marquées par des fragments de côtes brisées. Les vertèbres lombaires sont aplaties et brisées. Le sacrum est entier.

» Le thorax, qui a dû subir une compression considérable par le poids des terres qui le recouvraient, est assez fortement écrasé, les côtes sont brisées. Les membres supérieurs présentent une flexion prononcée des os de l'avant-bras sur l'humérus. Le cubitus et le radiu sgauches sont fracturés au niveau du tiers inférieur (2). La courbure des clavicules est très-peu prononcée. L'angle inférieur du scapulum droit est brisé.

» Les os du bassin, très-friables, ont souffert également d'une forte

(1) J'en ai recueilli plus de deux cents.

(2) Un bourrelet osseux ayant les apparences d'un cal semble indiquer que cette fracture s'est produite pendant la vie.

compression et présentent quelques fractures, surtout au niveau du pubis.

» Les membres inférieurs, à demi fléchis, s'entrecroisent légèrement, reposant l'un sur l'autre.

» Les fémurs sont parfaitement conservés, et mesurent de la tête aux condyles $0^m,464$. Les rotules sont intactes. Par contre, les extrémités supérieures et inférieures, très-volumineuses, des tibias sont fracturées ainsi que l'extrémité supérieure du péroné droit. Au-dessous des tubérosités de l'extrémité supérieure du tibia gauche, j'ai recueilli quarante et une coquilles percées d'un trou (les *Nassa neritea* trouvées sur la boîte crânienne), paraissant avoir fait partie d'un bracelet de la jambe.

» Seuls, les ossements des pieds sont incomplets.

» Les objets environnant le squelette, soit autour, soit au-dessus de lui, se composent de :

» 1° Une cinquantaine d'instruments en silex taillé mais non poli, tels que pointes, lames et grattoirs;

» 2° Un fragment de poinçon en os, de petite dimension;

» 3° Une dent incisive de Bœuf, quelques dents séparées, trois maxillaires inférieurs brisés, appartenant à des ruminants du genre *Cervus*, une dent incisive du *Sus scrofa*, deux fragments de côte de Bœuf, ainsi que d'autres ossements plus ou moins brisés, incinérés ou non, et un astragale de Cerf;

» 4° Des coquilles appartenant aux genres *Patella*, *Pectunculus*, *Cardium*, *Mytilus*, et *Pecten jacobeus*; cette dernière, renfermant encore des traces de cendres et de charbon, était placée tout auprès du crâne. Le sol était mêlé de nombreuses parcelles de charbon et de quelques pierres calcinées.

» Ces ossements présentaient une teinte rougeâtre due à la présence d'une couche très-mince de sanguine; cette couche était beaucoup plus épaisse à la surface du crâne. L'analyse n'en a pas encore été faite, non plus que de la poussière métallique, d'un aspect gris et brillant, qui était placée dans un sillon creusé au devant de la bouche et des fosses nasales, à $0^m,06$ environ de ces ouvertures, sur une longueur de $0^m,18$, une largeur de $0^m,04$ et une profondeur de $0^m,035$.

» La base du crâne, ainsi que la région postérieure du tronc jusqu'au bassin, était appuyée contre quelques pierres plus ou moins volumineuses, non taillées et de formes irrégulières. La disposition de ces pierres n'indique nullement un éboulement; elles paraissent plutôt avoir servi de points d'appui au corps pendant le sommeil.

» En résumé, le squelette dont il s'agit ici n'offre aucun caractère qui puisse, en quoi que ce soit, le rapprocher du Singe, et les crânes humains

avec lesquels il paraît avoir le plus d'analogie sont les crânes humains trouvés à Cro Magnon (en Périgord.)

» J'étudierai, dans une prochaine Note, les animaux composant la faune au milieu de laquelle cet homme a vécu. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Phénomènes auroraux observés en Italie en mars et avril* 1872. Note du P. **Denza**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« *Apparitions aurorales du* 6 *au* 10 *avril.* — La violente tempête qui, après avoir pénétré le 7 en Europe dans les latitudes de l'Écosse et de la Norvége, s'est abattue le 9 sur notre péninsule, a été précédée et suivie par de notables phénomènes météoriques.

» Immédiatement après le passage du courant équatorial très-humide qui apporta dans ces régions les pluies du 5 et 6 du courant et une neige abondante sur nos montagnes, dans toutes les soirées du 6 au 10, outre une belle lumière zodiacale au couchant, le ciel s'est montré, à cette station, singulièrement lucide et phosphorescent, et une pâle lumière blanc rosé apparaissait constamment vers le nord et le nord-ouest pendant plusieurs heures de suite. Je la vis au nord-est, pendant la nuit du 9 au 10, presque jusqu'à l'aube.

» La lumière aurorale du 9 a été également notée à Gênes par le professeur Garibaldi, directeur de l'Observatoire, qui a aussi observé la lumière zodiacale du 6, du 9 et du 10. Dans la nuit du 7 au 8, à Mondovi, et dans celle du 9 au 10, à Moncalieri, on a pu observer, aux premières heures de la matinée, la lumière zodiacale au levant, chose très-difficile.

» Les apparitions aurorales les plus dignes de remarque sont cependant celles du 7 et du 10.

» *Aurore boréale du* 7 *avril.* — Dans la nuit du 7 au 8 avril, une belle apparition de lumière aurorale a été vue et étudiée à Mondovi par le R. D. Carlo Bruno, professeur de physique au séminaire de cette ville, qui, avec quelques assistants, est resté en observation toute la nuit. La lumière a commencé à être vue distinctement, mais pour un temps très-court, vers le nord-est à $9^h 50^m$. Plus tard, le ciel tout entier s'embrasa, entre minuit et 1 heure; la lumière se montrait par soubresauts et pour peu de minutes à la fois. Elle couvrait tout le ciel, excepté au sud-ouest, mais paraissait surtout très-distincte du nord-ouest au sud-est.

» *Aurore polaire du* 10 *avril.* — Une autre aurore très-splendide fut observée le 10 du courant à Moncalieri.

» Pendant une grande partie de la journée, de légers nuages se montrèrent à Moncalieri en forme de rayons dans le ciel; le soir, à 8 heures, la lumière zodiacale, assez répandue, s'éleva presque jusqu'à la Chèvre.

» A $9^h 45^m$ (temps moyen local), pendant que nous nous préparions à faire nos observations habituelles des étoiles filantes, une brillante colonne de lumière argentine s'éleva comme par enchantement, assez près du méridien magnétique, jusqu'à la constellation de Cassiopée. Après un espace d'une minute et demie, elle disparut pour reparaître de nouveau à $9^h 53^m$. Peu d'instants après, quatre rayons très-brillants, semblables aux premiers, s'élevèrent à

ses côtés, deux à l'est et deux à l'ouest. Ces cinq faisceaux de lumière formaient un arc splendide sur fond rouge, dont le sommet était placé dans le *cumulus* qui se trouve dans la région céleste comprise entre Persée et Cassiopée. Je pus déterminer la position de chaque rayon, malgré le peu de durée (une minute) du phénomène. Les colonnes de lumière s'affaiblirent peu à peu, et, à $9^h 57^m$, elles avaient disparu complétement : il ne restait plus qu'une lumière rosée uniforme, qui occupait les régions de Persée, de Cassiopée et du Cygne, jusqu'à la Lyre. Cette lumière était assez intense pour nous empêcher d'observer les étoiles filantes de ce côté; après s'être renforcée par intervalles, elle disparut complétement à $11^h 15^m$.

» Cette aurore, apparue également à Mondovi avec des circonstances à peu près semblables, fut cependant visible jusqu'à 1 heure du matin.

» Les phénomènes météoriques habituels accompagnèrent cette aurore. Notre déclinomètre a été souvent inquiet, surtout le soir. La plus grande perturbation eut lieu le soir du 10; car, tandis que, de 3 à 9 heures, il avait dévié d'un arc de 14 minutes vers l'est, à $9^h 50^m$, l'instrument dévia subitement de 14 autres minutes dans la même direction, contrairement à ce qui arrive ordinairement à cette heure.

» Un halo lunaire a été enregistré le soir du 10 à Mondovi.

» Un halo solaire a été vu à Moncalieri le 8, vers midi; deux autres, fort splendides, avaient déjà été observés le 6 et le 7, par le R. P. Volante, à Aoste.

» Je ne puis rien dire au sujet des apparitions solaires, car on fait actuellement quelques modifications à notre réfracteur de Merz.

» Des dépêches que je viens de recevoir m'annoncent que l'aurore que je viens de décrire a été très-belle à Thursö, Stockholm et Thronsand, dans le nord de l'Europe, et que la perturbation magnétique a été intense à Rome et à Paris.

» Un nouveau phénomène auroral a été vu à Gênes dans la soirée du 11.

» Voici la liste des phénomènes observés depuis le 9 mars :

Mars 10. Lumière aurorale à Modène.
11. Lumière aurorale à Modène.
12. Lumière aurorale à Moncalieri, Gênes.
15. Grand halo lunaire (diamètre 40 degrés) dans toutes les stations du Piémont (aurore polaire en Suède).
16. Lumière aurorale à Alexandrie. Tremblement de terre de nord-est à sud-ouest à Gênes.
20. Lumière aurorale très-intense et splendide halo lunaire à Moncalieri.
26. Halo solaire complet à Cantalupo (près d'Alexandrie). Halo lunaire à Cantalupo.
27. Lumière aurorale à Mondovi, Gênes.
29. Lumière aurorale à Mondovi et Gênes (brillante aurore polaire à Thursö).
30. Lumière aurorale à Mondovi.
31. Lumière aurorale à Cantalupo et Gênes.

Avril 1. Aurore polaire à Alexandrie et Volpeglino.
2. Aurore polaire à Alexandrie.
3. Lumière aurorale à Moncalieri.
6. Lumière aurorale à Moncalieri, Gênes.
11. Lumière aurorale à Gênes (aurore polaire dans le nord de l'Europe).
12. Lumière aurorale à Plaisance.

13. Lumière aurorale à Plaisance.
14. Lumière aurorale à Aoste, Mondovi. Halo lunaire splendide à Aoste, Lodi, Mondovi, Moncalieri.
15. Lumière aurorale à Aoste, Moncalieri, Mondovi (brillante aurore dans l'Écosse et la France).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Marées de la basse Cochinchine; détermination des ondes diurnes et semi-diurnes.* Note de **M. G. Héraud**, présentée par M. Delaunay. (Extrait.)

« Les marées de la basse Cochinchine présentent à un degré remarquable la combinaison d'un flux diurne et d'un flux semi-diurne, d'une importance à peu près égale, chacun d'eux pouvant atteindre une amplitude maxima d'environ 3 mètres.

» Je me suis proposé d'appliquer à ces marées les formules de Laplace, et j'ai d'abord discuté les seules observations complètes de jour et de nuit qu'on ait pu obtenir, observations fournies par un marégraphe installé temporairement (janvier à avril 1868) dans la *baie des Cocotiers* au *cap Saint-Jacques*, par M. l'ingénieur hydrographe Hatt. Le tableau des pleines et basses mers, et surtout les constructions graphiques par lesquelles on peut représenter l'ensemble des heures et des hauteurs et les rapporter aux diverses situations des astres, montrent nettement l'influence diurne de la Lune et du Soleil : chacun de ces astres produit une onde diurne, dont les maxima et minima coïncident avec les minima de l'onde semi-diurne du même astre; l'onde diurne lunaire, qui suit dans ses variations la déclinaison de la Lune, s'annulant et changeant de signe avec cet élément, affecte presque uniquement les hauteurs des basses mers; de même l'onde diurne solaire dépend de la déclinaison du Soleil; aux syzygies, elle affecte les basses mers, et aux quartiers les pleines mers; dans la marée résultante luni-solaire, par suite de la prédominance de l'action lunaire, le flux diurne se manifeste principalement dans les hauteurs des basses mers et produit entre les deux basses mers du même jour une inégalité qui peut atteindre trois mètres, tandis que l'inégalité des pleines mers ne dépasse pas un mètre, et il arrive que des basses mers présentent un niveau supérieur à celui de certaines pleines mers. Des inégalités corrélatives existent dans les heures; comme on peut le prévoir, l'influence diurne affecte surtout les heures de pleines mers : la différence entre les deux pleines mers du même jour peut atteindre quatre heures, tandis que l'inégalité des heures de basses mers ne dépasse pas deux heures.

» En soumettant les observations de ces marées au calcul, on peut représenter l'ensemble des ondes diurnes et semi-diurnes de la marée au cap Saint-Jacques par la formule suivante, dans laquelle $y$ exprime en centimètres la hauteur au-dessus de la plus basse mer (qui ne se produit pas à l'équinoxe comme sur nos côtes, mais au solstice, à cause de l'influence diurne) : $t$ l'angle horaire du Soleil (temps vrai), $\theta$ l'excès de l'ascension droite de la Lune sur celle du Soleil, $v$, $v'$ les déclinaisons, $i$, $i'$ les rapports des parallaxes à leur valeur moyenne :

*Lune.* *Soleil.*

$$y = 300 + 90 i^3 \cos^2 v \cos 2(t - \theta - 47^\circ) + 33 i'^3 \cos^2 v' \cos 2(t - 47^\circ) \text{ ondes semi-diurnes.}$$
$$- 133 i^3 \sin 2v \cos(t - \theta - 47^\circ) - 50 i'^3 \sin 2v' \cos(t - 47^\circ) \text{ ondes diurnes.}$$

Les valeurs des variables $i$, $i'$, $v$, $v'$, $\theta$ se rapportent à une époque antérieure de trente-neuf heures pour la première ligne (ondes semi-diurnes) et de quarante-trois heures pour la seconde (ondes diurnes).

» La comparaison des constantes avec celle de Brest montre que, tandis que le flux semi-diurne, à Saint-Jacques, n'est que les $\frac{2}{5}$ de celui de Brest, le flux diurne est à peu près dix fois celui de Brest. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, faite à Reims dans la nuit du 19 au 20 avril.* Lettre de **M. Chapelas** à M. le Président.

» J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques détails sur un bolide que j'ai observé à Reims, dans la nuit du 19 au 20 de ce mois, à 2 heures du matin.

» Ce météore, remarquable par les particularités qu'il offrait, partit de $\beta$ du Scorpion, puis traversant successivement les constellations d'Ophiuchus, du Serpent, vint finir près de $\delta$ de l'Aigle, ayant ainsi parcouru 60 degrés, en rasant l'horizon. Sa direction était du sud vers l'est. Il laissa derrière lui une magnifique traînée verdâtre.

» Quoique de troisième grandeur seulement, ce bolide, par son éclat remarquable, était intéressant à étudier. D'abord d'un beau blanc, il prit ensuite une teinte rouge foncé. Puis vers le milieu de sa course, faisant une station, il éclata en projetant au loin deux fragments également rouges, et continua ensuite tranquillement sa marche, sans toutefois diminuer d'intensité.

» Quant à la traînée, elle subsista environ dix minutes après la disparition complète du météore; se retirant peu à peu sur elle-même, elle forma

en dernier lieu un petit nuage verdâtre, qui disparut bientôt, après avoir suivi pendant quelques secondes la direction même du bolide.

» La position exacte de ce météore est :

| | Asc. droite. | Déclinaison. |
|---|---|---|
| Commencement.............. | 238° | (— 20°) |
| Fin....................... | 289 | (3°) |

» En adressant cette Communication à l'Académie, j'étais loin de penser que ce serait sans doute la dernière; j'étais loin surtout de penser qu'aujourd'hui devait cesser cette longue série d'observations continues sur les étoiles filantes, organisées et suivies avec tant de zèle et de persévérance par M. Coulvier-Gravier et moi.

» Dans cette situation, j'ai tenu avant tout à remercier l'Académie des Sciences de la haute sollicitude dont elle nous a constamment entourés, et de la bienveillante protection qu'elle a sans cesse accordée à nos travaux, encourageant ainsi, dans leurs dures et pénibles recherches, deux travailleurs dévoués qui ont toujours tenu à honneur de se rendre dignes du mandat qui leur était confié. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, faite à Agde dans la soirée du* 24 *avril.* Note de **M. Perris.**

« Hier soir, 24 avril, au moment où la lune allait se lever ($8^h 25^m$), par un temps calme et un ciel sans nuages, un bolide s'est soudainement montré dans le Bouvier, près d'Arcturus, mais en dessous.

» Il a couru de droite à gauche, en descendant vers l'horizon par une oblique de 45 degrés environ. Il est resté visible sur un espace angulaire de 25 degrés. Sa clarté a été très-vive et blanche; il n'a pas laissé de trace lumineuse; mais des parcelles très-brillantes, qui s'éteignaient aussitôt, s'en détachaient sur sa trace. J'ai estimé sa grosseur au tiers de ce que paraît être la Lune lorsqu'elle passe au méridien.... »

**M. Guillard** adresse une Note sur des indices d'aurore boréale, observés à Lyon dans la soirée du 8 avril.

**M. A. Doengingk** adresse de Kischinew (Bessarabie) une Note sur l'observation faite, en ce point, de l'aurore boréale du 4 février dernier. Le phénomène a été exceptionnel par son développement, sa durée et son

éclat : depuis trente ans que l'auteur habite la Bessarabie, il n'a observé que de très-courtes et très-faibles aurores boréales.

Cette Note, qui est accompagnée d'une Notice imprimée en langue russe, sera soumise à la Commission nommée pour les aurores boréales.

**M. P. Guyot** adresse de nouvelles observations sur la coloration du ciel à Nancy.

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

**MM. Baloncharp** et **Dumars** adressent une Note relative à un procédé nouveau de conservation et de nettoyage des grains.

(Renvoi à l'examen de M. P. Thenard.)

**M. F. Rives** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat le Mémoire et les dessins relatifs aux perfectionnements apportés par feu son frère, *J. Rives*, aux procédés de sauvetage des navires ayant une voie d'eau, Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 avril 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Recherches pour servir à l'histoire naturelle des mammifères; par* MM. H.-Milne EDWARDS *et* Alph.-Milne EDWARDS; liv. 10 et 11. Paris, 1872; in-4°.

*Note sur l'aérostat à hélice construit, pour le compte de l'État, sur les plans et sous la direction de M. Dupuy de Lôme.* Paris, 1872; in-4°, avec planches. (Extrait du tome XL des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

*Traitement du cancer du col de l'utérus par la galvano-caustique thermique; par* le D[r] A. AMUSSAT fils. Paris, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Traité élémentaire d'histologie; par* le Dr J.-A. LEFORT; 2e édition, entièrement refondue. Première partie, comprenant l'*élémentologie* et les *tissus*. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Les cristalloïdes complexes à sommet étoilé; par* le Comte Léopold HUGO. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

*Diagnostic des paralysies motrices des muscles du larynx; par* M. le Dr E. NICOLAS-DURANTY. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

*Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique;* collection in-8°, t. I (4e fascicule). Bruxelles, 1871; in-8°.

*Les origines animales de l'homme éclairées par la physiologie et l'anatomie comparatives; par* le Dr J.-P. DURAND (de Gros). Paris, 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du* Dr RENARD; année 1870, nos 3 et 4. Moscou, 1871; in-8°.

*François-Jules Pictet. Notice biographique; par* J.-L. SORET. Genève, 1872; in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

*The pharmaceutical Journal and transactions;* september, november, december 1871; january, february 1872. London, 1871-1872; 5 nos in-8°.

*Journal of the chemical Society;* november, december 1871; january 1872. London, 1871-1872; 3 nos in-8°.

*The Journal of the Franklin Institut;* vol. XCIII, n° 555; third series, vol. LXIII; april 1872, n° 4. Philadelphia, 1872; in-8°.

*Journal of the Royal Geological Society of Ireland;* vol. XIII, part 1; vol. III, part I (new series), 1870-71. London-Dublin, 1871; in-8°.

*On the constituent minerals of the granites of Scotland as compared with those of Donegal; by the* rev. S. HAUGHTON. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

*On some elementary principles in animal mechanich's;* n° IV. *On the difference between a hand and a foot, as shown by their flexor tendons; by the* rev. S. HAUGHTON. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

*Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg;* Band VI. Heidelberg, sans date; in-8°.

*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg;* t. XVI, nos 2 à 6; 5 liv. in-4°.

*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg;* VIIe sé-

rie, t. XVI, nos 9 à 14; t. XVII, nos 1 à 10. Saint-Pétersbourg, 1871; 16 liv. in-4°.

*Comptes rendus et Mémoires de l'Université de Kasan;* 1864, cahiers 1, 2; 1865, cahier 1; 1866, cahiers 1 à 6; 1867, cahiers 1 à 6; 1868, cahiers 1 à 6; 1869, cahiers 1 à 4. Kasan, 1866 à 1869; 24 liv. in-8°.

*Atti della reale Accademia dei Lincei, compilati dal Segretario;* t. XXIV, *sessioni dell' 4 dicembre* 1870, 8 *gennaio,* 5 *marzo,* 10 *aprile,* 11 *giugno* 1871. Roma, 1870-1871; 5 liv. in-4°.

---

## PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1872.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France;* n° 3, 1872; in-8°.

*Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris;* février 1872; in-8°.

*Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto;* n° 3, 1872; in-4°.

*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano;* t. XI, n° 2, 1872; in-4°.

*Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo;* t. VII, nos 10 à 12, 1872; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* nos 10 à 13, 1er semestre 1872; in-4°.

*Chronique de l'industrie;* t. Ier, nos 5 à 8, 1872; in-4°.

*Écho médical et pharmaceutique belge;* n° 3, 1872; in-8°.

*Gazette des Hôpitaux;* nos 26 à 38, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* nos 9 à 13, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* février 1872; in-8°.

*Journal de la Société centrale d'Horticulture;* janvier et février 1872; in-8°.

*Journal de Médecine de l'Ouest;* nos 11, 12, 1872; in-8°.

*Journal de Médecine vétérinaire militaire;* octobre, novembre 1871; in-8°.

*Journal de Photographie;* n° 4, 1872; in-8°.

*Journal des Sciences mathématiques;* n° 3, 1872; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique;* nos 10 à 13, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture;* nos 151 à 155, 1872; in-8°.

*Journal de l'Éclairage au Gaz;* nos 5 et 6, 1872; in-4°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées;* mars 1872; in-4°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* mars 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* n° 5, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre;* nos 47 à 50, 1872; in-fol.

*Journal de Zoologie;* t. I, n° 1; 1872; in-8°.

*Journal de Physique théorique et appliquée;* nos 1 à 3, 1872; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 4 à 6, 1872; in-8°.

*La Revue scientifique;* nos 36 à 40, 1872; in-4°.

*La Santé publique;* n° 117, 1872; in-4°.

*L'Abeille médicale;* nos 10, 11, 13, 1872; in-4°.

*L'Aéronaute;* février, mars 1872; in-8°.

*L'Art médical;* n° 3, 1872; in-8°.

*L'Imprimerie;* février 1872; in-4°.

*Le Gaz;* n° 9, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* nos 5 et 6, 1872; in-4°.

*Le Moniteur scientifique-Quesneville;* février 1872; gr. in-8°.

*Le Mouvement médical;* nos 9 à 13, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* nos 10 à 13, 1872; in-8°.

*Magasin pittoresque;* mars 1872; in-4°.

*Marseille médical;* n° 2, 1872; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* t. XXXII, n° 4, 1872; in-8°.

*Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine;* n° 3, 1872; in-8°.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* mars 1872; in-8°.

*Répertoire de Pharmacie;* février 1872; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* mars 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* mars 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* nos 5 à 7, 1872; in-8°.

*Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle;* nos 22 à 25, 1872; in-8°.

*Revue maritime et coloniale;* février, mars 1872; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* mars 1872; in-8°.

*Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances;* n° 5, 1872; in-8°.

*The Food Journal;* nos 26, 27, 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* nos des 2, 9, 16, 23 mars 1872; in-4°.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Singe fossile, d'espèce non encore décrite, qui a été découvert au Monte-Bamboli (Italie).* Note de M. PAUL GERVAIS.

« Les Mammifères fossiles que l'on a signalés jusqu'à ce jour dans les lignites du Monte-Bamboli, près Livourne, se rapportent exclusivement aux deux ordres des Carnivores et des Bisulques. On a décrit, parmi les Carnivores, un Amphicyon et une grande espèce de Loutre (1); mais il s'agit plutôt, du moins dans le premier de ces deux cas, d'un Hyénarctos, comparable pour la taille à celui d'Alcoy, en Espagne, et la Loutre du Bamboli n'a pas tous les caractères des animaux de ce genre. Une autre espèce du même ordre est un animal du groupe des Canidés, comparable par ses dimensions au *Galecynus* d'Œningen. Pour les Bisulques, ce sont le grand *Anthracotherium*, un sanglier attribué au *Sus chœroides*, espèce également observée à Alcoy, ainsi qu'un Ruminant, peut-être identique avec l'*Amphitragulus* de Cadibona (2). Il faut ajouter à cette

(1) MENEGHINI, *Atti delle Soc. ital. de Scienze nat.*, t. IV, p. 29, pl. 1 et 2; 1869.
(2) GASTALDI, *Mém. Acad. sc. Turin*, 2e série, t. XIX, p. 39, pl. 10; 1861.

liste une espèce de Singes se rattachant à la série des Anthropomorphes par quelques-uns de ses caractères et dont aucun naturaliste n'a parlé; elle m'a été communiquée par M. le professeur Cocchi, de Florence.

» On sait que les Singes fossiles observés jusqu'à ce jour en Europe, et dont les caractères sont dès à présent certains, appartiennent à la tribu des Pithécins ou Singes actuels de l'ancien continent, et qu'ils se rapportent aux deux groupes des Anthropomorphes et des Semnopithèques (1).

» Les Anthropomorphes européens ont d'abord été trouvés en France. Ils constituent deux genres distincts, dont l'un, appelé *Dryopithecus* par M. Lartet (2), a pour type le *D. Fontani*, grande espèce découverte dans le miocène de Saint-Gaudens (Hautes-Pyrénées) par M. Fontan, et dont l'autre, que j'ai moi-même nommé *Pliopithecus* (3), repose sur le Singe de moindres dimensions (*Pl. antiquus*) dont M. Lartet a le premier recueilli des débris à Sansan. M. l'abbé Bourgeois a retrouvé le Pliopithèque dans les sables de l'Orléanais, et il a été signalé une seconde espèce du même genre (*Pl. platyodon*, Biedermann), dans la molasse suisse, à Elgg, canton de Zurich. Le *Dryopithecus Fontani* a aussi été observé ailleurs qu'en France, particulièrement dans les dépôts sidérolithiques du Wurtemberg. On a également attribué à cette espèce le fémur de Singe qui provient du dépôt d'Eppelsheim.

» Aux Semnopithèques de l'ancienne Europe appartiennent trois espèces: 1° le *Semnopithecus Pentelici*, de Pikermi, en Grèce, type du genre *Mesopithecus* d'A. Wagner, au sujet duquel ce savant, soit seul, soit en collaboration avec M. Roth, MM. Lartet et Gaudry, et ultérieurement M. Berich, ont successivement fourni des détails, et que M. Gaudry (4) a surtout contribué à faire bien connaître; 2° le *Semnopithecus monspessulanus*, que j'ai découvert (5) dans les marnes fluviatiles de Montpellier, et 3° le *Colobus? grandævus*, récemment cité à Steinheim par M. Fraas (6).

» Les Singes fossiles de l'Inde ne sont pas aussi bien connus dans leurs caractères que ceux dont il vient d'être question; mais on ne saurait ré-

---

(1) Les indications publiées relativement à différentes espèces de Macaques, particulièrement au *Macacus eocœnus*, n'ont pas été confirmées, et il reste des doutes sur les affinités réelles du *Cœnopithecus lemuroides*.

(2) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 219, av. pl.; 1856.

(3) *Zoologie et Paléontologie françaises*, 1re édition, t. I, p. 5.

(4) *Animaux fossiles de l'Attique*, p. 8, pl. 1 à 5.

(5) *Zool. et Pal. franç.*, 2e éd., p. 10, pl. 1, fig. 7-12, et *Zool. et Pal. gén.*, p. 148.

(6) *Wurtemberg. Naturwiss. Jahreshefte*, 1870, p. 150, pl. 4, fig. 1.

voquer en doute la présence de semblables animaux dans les dépôts miocènes de cette contrée, et des renseignements intéressants ont été publiés à leur égard par MM. Cautley et Falconer (1), ainsi que par MM. Backer et Durand (2). A une date plus rapprochée, M. Falconer a repris l'ensemble de ces premiers documents en y ajoutant de nouveaux détails (3).

» L'intérêt qui se rattache à la détermination du Singe, dont on a découvert une mâchoire inférieure au Monte-Bamboli, m'a engagé à faire un examen attentif de cette pièce. M. Cocchi ayant bien voulu me la confier pour la comparer avec les parties analogues provenant des Singes vivants ou fossiles que possède notre grande collection, j'en ai fait exécuter un premier moule après l'avoir préalablement dégagée des portions de la roche ligniteuse qui en cachaient encore en partie les caractères. Dans cet état, elle a montré, d'une façon plus utile pour l'étude, les caractères des différentes dents qui y étaient encore attenantes; savoir : 1° une incisive externe droite; 2° huit molaires, représentées par les deux paires d'avant-molaires et les deux premières paires de vraies molaires; 3° la seconde molaire de lait du côté droit sur le point d'être chassée par la seconde fausse molaire persistante du même côté, mais encore en place.

» Dans cette condition, elle ne laissait pas apercevoir la cinquième molaire, cachée dans la gencive pendant la vie de l'animal; mais, d'après l'état des avant-molaires, il était à supposer que cette cinquième molaire était déjà formée lorsque l'animal a péri, et qu'on la retrouverait dans l'alvéole. En effet, à en juger par l'état de la partie connue de la dentition, cette dent, qui répond à la dent dite *de sagesse* chez l'homme, devait être sur le point de paraître au dehors. La partie correspondante des bords dentaires droit et gauche de la mâchoire fossile a donc été fouillée avec soin, et la dent qu'il importait de connaître, puisqu'elle joue, par la diversité de ses formes chez les différents genres de Singes, un rôle important dans la classification de ces animaux, est devenue aussi apparente qu'elle aurait pu l'être sur un sujet adulte. La mâchoire du Monte-Bamboli a été dessinée après cette seconde opération, et il en a été exécuté un nouveau moule. Voici la description des principales particularités que ce fossile nous a présentées.

» Envisagée en elle-même, la pièce que nous a communiquée M. Cocchi

---

(1) *Trans. geol. Soc. London*, 2e série, t. V, p. 499.

(2) *Journ. asiat. Soc.*, t. V, p. 739; 1836.

(3) *Paleontological Memoirs and Notes*, t. I, p. 298, pl. 24.

indique un animal qui, supposé adulte, devait être intermédiaire par la taille au Dryopithèque et au Pliopithèque, quoique plus semblable sous ce rapport au premier de ces animaux qu'au second. La série des quatre premières molaires, tout en étant encore très-serrée, y occupe une longueur de $0^{m},033$, au lieu de $0^{m},039$, comme cela a lieu pour le Dryopithèque, ou de $0^{m},022$ comme dans le Pliopithèque. La hauteur du maxillaire au-dessus de la quatrième dent molaire est de $0^{m},019$. Les canines n'ont pas été conservées, pas plus celles de la première dentition que celles de la seconde, et il n'y a qu'une seule incisive, l'externe droite, qui est plus projetée en avant par la fossilisation qu'elle ne l'était du vivant de l'animal, mais qui devait cependant être plus proclive que chez le Pliopithèque, et en même temps plus aplatie et plus élargie dans sa couronne. Elle est entièrement visible dans sa face supérieure, racine et couronne.

» Par sa forme générale, principalement par les lignes de son bord inférieur, ainsi que par celles de sa surface, le maxillaire inférieur trouvé au Monte-Bamboli indique bien un animal de la série des Singes supérieurs, dits Anthropomorphes, et le menton présente en particulier une incontestable ressemblance avec celui d'un jeune Orang. Il est subarrondi et très-peu déclive. Les trous mentonniers y sont petits. On n'en voit qu'un pour chaque côté, placé au-dessous de la première dent molaire, à peu de distance de la seconde, mais moins près du bord inférieur de l'os lui-même que du bord supérieur, disposition contraire à ce que l'on connaît chez le Chimpanzé et le Gorille. La partie avoisinante de la face externe de l'os ne présente pas la grande dépression que l'on observe chez les deux Anthropomorphes africains au-dessus du trou mentonnier; mais la branche remontant vers l'apophyse coronoïde paraît avoir été épaisse comme chez le plus grand de ces animaux, c'est-à-dire chez le Gorille. Pour être plus petite, la mâchoire du Singe du Monte-Bamboli n'était pas moins épaisse, mais ses parties saillantes ont des contours plus arrondis et des reliefs plus adoucis, ce qui tient peut-être à l'âge encore peu avancé du sujet. Ni la portion angulaire ni le condyle, ni l'apophyse coronoïde n'ont été conservés. Le peu qu'il en reste a d'ailleurs subi une forte dépression et se trouve rejeté en dehors. Au contraire, la partie qui portait les dents est à peine déformée et elle montre, surtout dans la configuration du menton, qu'il s'agit ici d'une espèce se rattachant à la série des Singes supérieurs.

» Si nous passons aux molaires, nous remarquons que celles de la première et de la seconde paire, c'est-à-dire les fausses molaires, ont leur partie antérieure relevée sous la forme d'une saillie divisée à son sommet en deux

pointes dont l'externe, qui tend à envelopper l'interne, est la plus forte. Chez le Gorille, la seconde paire de ces dents est la seule qui soit ainsi bicuspide, et il en est de même chez le Dryopithèque, disposition qui se retrouve d'ailleurs dans le Magot; mais ces Singes, plus particulièrement le Dryopithèque, ont la première paire d'avant-molaires bien plus forte que la seconde, et il n'y a pas une aussi grande disproportion entre ces dents chez celui du Monte-Bamboli. Chez ce dernier, leur talon est aussi plus court que dans le Chimpanzé, le Gorille et le Dryopithèque.

» Quant aux vraies molaires, celles de la première paire (les troisième et quatrième dents, en considérant la série totale des molaires) n'ont pas leurs tubercules surbaissées et mousses, comme cela se voit dans la plupart des Anthropomorphes. Ces saillies y sont au contraire plus relevées, et en même temps plus évidemment disposées sous la forme de collines transverses, et c'est plutôt à celles du Gorille qui tend sous ce rapport vers les Cynocéphales et surtout vers les Macaques qu'il faut les comparer. La première paire de vraies molaires présente à sa couronne quatre tubercules principaux près de se réunir deux par deux en deux collines transverses légèrement obliques; le bord antérieur de ces dents est plus saillant que le postérieur, et il part du tubercule postéro-interne une crête oblique diminuant de hauteur vers le milieu de la surface coronale, laquelle crête relie obliquement ce tubercule avec l'antéro-interne et, par un embranchement latéro-externe, avec le tubercule antéro-externe. La deuxième vraie molaire (quatrième paire, si l'on envisage la série totale des dents molaires) est d'une forme peu différente de celle de la première. Ses tubercules principaux sont égalements saillants et comme en pyramides. Ils sont de même au nombre de quatre, mais le talon postérieur est plus fort, et la crête de jonction du tubercule postéro-interne avec les tubercules antérieurs est plus apparente; au milieu de la dent elle forme un petit tubercule supplémentaire.

» Ces dispositions, propres aux deux premières vraies molaires, ne suffiraient pas pour séparer nettement le singe du Monte-Bamboli des Macaques et de certains autres genres analogues à celui-là, qui n'appartiennent pas à la section des Anthropomorphes; mais la dernière molaire, qu'il nous a été heureusement possible de retrouver dans son alvéole, tranche, à notre avis, cette question, et permet de reconnaître les rapports incontestables qui rattachent l'animal que nous décrivons aux premiers Singes, plus particulièrement au Gorille, vers lequel il semble être une sorte d'acheminement.

» La première molaire, qui mesure $0^{m},008$ en longueur, ne dépasse que très-peu la seconde en volume ($0^{m},007$), et elle est elle-même moindre que

la troisième ($0^m,0010$), qui commence la série des vraies molaires. La quatrième dent ($0^m,012$) est à son tour plus forte que la troisième, et il en est de même de la cinquième, si l'on compare cette dernière à celle qui la précède. La cinquième molaire mesure en longueur $0^m,013$ et en largeur $0^m,009$; c'est donc la plus forte des cinq molaires, tandis que chez l'Orang, le Chimpanzé et les Gibbons la même dent est plus faible que la quatrième, comme cela a lieu chez l'homme, ou lui est tout au plus égale en dimensions. Sous ce rapport, les affinités de notre nouvelle espèce éteinte avec le Gorille persistent, puisqu'elle a la cinquième molaire plus grosse que la quatrième. La surface triturante de la cinquième dent du Singe fossile est tuberculeuse, et les tubercules y ont, comme c'est aussi le cas pour les autres vraies molaires, une apparence qui rappelle, mieux encore que cela n'a lieu pour les Singes ordinaires, les pyramides des dents de certains Porcins herbivores, des Anthracothériums par exemple, ce qui n'exclut d'ailleurs pas leur ressemblance avec les saillies surmontant la couronne des molaires chez le Gorille; mais dans le Singe fossile d'Italie les tubercules sont évidemment plus coniques que chez le genre africain, avec lequel il nous paraît, à cet égard encore, avoir plus de ressemblance qu'avec les autres animaux de la même tribu.

» Il y a cinq tubercules principaux à la dernière molaire. Ils sont bien distincts les uns des autres, et leur forme est particulière; ils représentent autant de petites pyramides surbaissées, bien séparées entre elles. Quatre de ces pyramides sont disposées deux par deux, les unes au-dessus du bord externe de la couronne, les autres au-dessus de son bord interne. Les deux antérieures sont reliées l'une et l'autre par une crête oblique avec une petite saillie, formant elle-même un petit tubercule supplémentaire, en forme de pyramide, placé sur la ligne médiane au milieu des quatre pyramides antérieures. Le tubercule postérieur principal est plus fort que les autres, plus épais et comme rejeté au dehors. Il y a auprès de lui un tubercule accessoire placé sur le bord interne de la dent et plus petit.

» C'est là, en somme, une disposition plus comparable à celle que nous montre le Gorille qu'à celle des Singes inférieurs, dont la dernière dent manque de cinquième tubercule (Guenons); ce tubercule saillant (Cynocéphales, Mangabeys et Macaques); ou le présente sous la forme d'une crête transversale (Semnopithèques et Colobes). Cette disposition propre à la cinquième dent molaire rend facile de distinguer le nouveau Singe fossile de tous ceux, Anthropomorphes, Semnopithèques, etc., qui ont été signalés en Europe, ainsi que des animaux de la même tribu qui vivent à

présent en Asie ou en Afrique. La cinquième molaire du singe de Monte-Bamboli dépassait encore plus la quatrième en volume que cela n'a lieu chez le Gorille.

» Nous avons donc affaire à une forme nouvelle des Pithécins ou Singes exclusivement propres à l'ancien continent, et cette nouvelle forme, tout en s'éloignant davantage des Anthropomorphes à molaires pourvues de couronnes mousses, c'est-à-dire de l'Orang, du Chimpanzé, des Gibbons, du Dryopithèque et du Pliopithèque, que du Gorille, semble se rattacher à ce dernier par différentes particularités de la partie connue de son système dentaire, en même temps elle établit une sorte de transition entre celui-ci et les Macaques.

» L'animal que la mâchoire trouvée au Monte-Bamboli nous fait connaître devait être frugivore, comme le sont en général les espèces de quadrumanes propres à l'ancien continent; mais il joignait probablement à son régime encore plus de feuillage, de tiges herbacées et d'autres parties tendres tirées du règne végétal, que ne le fait le Gorille, qui est cependant le plus herbivore de nos Singes anthropomorphes.

» En résumé, le Singe fossile des lignites du Monte-Bamboli paraît devoir constituer un genre à part, qui prendra rang à la fin de la série des Pithécins anthropomorphes après le Gorille, et avant les Cynocéphales et les Macaques. Je donnerai à ce genre le nom d'*Oreopithecus*, faisant allusion à la forme saillante des tubercules de ses dents molaires, et l'espèce qui lui sert de type sera l'*Oreopithecus Bambolii*, dénomination tirée de la localité où elle a été découverte.

» Cet animal était beaucoup moins fort que le Gorille; cependant il ne le cédait pas en dimensions aux grands Gibbons, particulièrement au Gibbon syndactyle, mais il dépassait notablement le Pliopithèque, sans toutefois égaler le Dryopithèque.

» Le nombre des genres de singes que l'on connaît parmi les fossiles tertiaires de l'Europe, toute réserve faite au sujet de ceux dont les caractères ne sont pas encore assez complétement connus pour que l'on se prononce à leur égard, se trouve ainsi porté à cinq, savoir : deux genres de Singes inférieurs, les Macaques et les Semnopithèques, et trois genres de Singes anthropomorphes exclusivement propres à cette partie du monde, tous trois anéantis, les genres Dryopithèque, Pliopithèque et Oréopithèque. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Physique générale et expérimentale du Collége de France, devenue vacante par l'admission à la retraite de M. *Regnault*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier des deux candidats, le nombre des votants étant 54,

| | | |
|---|---|---|
| M. Mascart obtient . . . . . . . . . . . | 26 | suffrages. |
| M. Janssen. . . . . . . . . . . . . . . . | 26 | » |

Il y a un bulletin blanc et un bulletin nul (1).

Aucun des deux candidats n'ayant réuni la Majorité des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant toujours 54,

| | | |
|---|---|---|
| M. Mascart obtient. . . . . . . . . . . | 27 | suffrages. |
| M. Janssen . . . . . . . . . . . . . . . . | 26 | » |

Il y a encore un bulletin blanc.

**M. Mascart**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sera présenté le premier sur la liste.

Il est procédé à un nouveau tour de scrutin, pour la désignation du second candidat. Le nombre de votants étant maintenant 53,

| | | |
|---|---|---|
| M. Janssen obtient. . . . . . . . . . . | 46 | suffrages. |
| M. Silbermann. . . . . . . . . . . . . | 2 | » |
| M. Mascart . . . . . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Il y a quatre bulletins blancs.

**M. Janssen**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sera présenté le second sur la liste.

En conséquence, la liste de candidats qui sera adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique se composera de **M. Mascart** et de **M. Janssen.**

---

(1) Le bulletin déclaré nul portait les deux noms:

M. Janssen,
M. Mascart.

# MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Étude sur les déformations subies par les terrains de la France*, par M. DELESSE (1).

(Commissaires : MM. Elie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« Les terrains qui composent le sol de la France ne sont pas tels qu'ils s'étaient déposés à leur origine, et ils ont même éprouvé des déformations très-complexes.

» D'abord, ils ont été comprimés fortement et aussi d'une manière très-inégale par les terrains qui les ont recouverts. Souvent de fortes ablations y ont été produites par l'atmosphère ou bien par les eaux courantes. Quand ils sont formés d'argile, de marne, de calcaire, de sable ou de roches friables, ils ont fréquemment été détruits sur des épaisseurs considérables, comme l'attestent leurs lambeaux, qui, maintenant, peuvent se trouver complétement isolés.

» De plus, ces terrains ont été ondulés et gauchis par des oscillations lentes.

» Enfin, ils ont été dérangés par des tremblements de terre, recoupés par des failles ou bien encore entièrement bouleversés par des dislocations brusques, comme celles qui ont donné naissance aux systèmes de montagnes.

» Toutes choses égales, plus un terrain est ancien, plus il a éprouvé de dégradations par les eaux et par l'atmosphère, plus ses déformations sont nombreuses et complexes. Mais, quels qu'aient été le nombre et l'importance de ses déformations, elles ont eu pour résultante son état actuel; en sorte que, pour les apprécier, il faut d'abord restaurer, autant que possible, son état primitif.

» Voici de quelle manière on pourra procéder : on étudiera de préférence les terrains dont le synchronisme est le mieux établi sur toute l'étendue de la France. Comme les limites de la mer ont changé très-notablement pendant la durée si longue qui est nécessaire au dépôt d'un terrain, il conviendra même de s'attacher spécialement à l'un de ses étages; on choisira d'ailleurs celui qui présente la plus grande constance dans ses caractères minéralogiques ou paléontologiques et qui, par cela même, est le plus

(1) Extrait d'un ouvrage sur la *Lithologie du fond des mers*, qui est actuellement en cours de publication.

facile à repérer. On peut ainsi restaurer la mer dans laquelle le terrain qu'on considère s'est déposé et, quelquefois même, indiquer ses anciens rivages qui, autrefois, étaient nécessairement horizontaux.

» Le problème se complique, il est vrai, d'assez grandes difficultés; car, un terrain ne recouvre pas uniformément le fond de la mer, lors même qu'il n'a subi aucune dénudation; il s'accumule surtout dans les dépressions, tandis qu'il est très-mince ou manque même complétement sur les parties du fond qui sont très-inclinées. Près du rivage, il a généralement peu d'épaisseur, et il est souvent interrompu par des roches saillantes; en outre, il a été dégradé plus fortement par les eaux de la mer et de l'atmosphère.

» Pour figurer avec netteté le relief du terrain considéré, j'ai eu recours au système des courbes horizontales. Dans toutes les parties où ce terrain se trouve recouvert par une certaine épaisseur de terrains plus récents, ses courbes sont, assurément, très-difficiles à tracer; cependant, grâce aux nombreux travaux publiés sur la géologie de la France, on peut encore les esquisser approximativement. La courbe ayant la côte zéro est particulièrement intéressante; elle figure, en effet, l'intersection du niveau de la mer avec la surface du terrain. Quoique ce niveau ne soit pas resté constant, pendant toutes les époques géologiques, les courbes horizontales montrent bien les points qui se trouvent maintenant à une même hauteur au-dessus de la mer; elles font voir dans quelles parties le terrain a subi des soulèvements et par conséquent elles rendent ses déformations bien sensibles. Du reste, ces déformations sont la somme de toutes celles, grandes ou petites, qui se sont produites depuis que le terrain a été déposé.

» La méthode qui vient d'être indiquée a été appliquée à l'étude de quelques terrains, particulièrement du silurien, du trias, du lias, de l'éocène et du pliocène.

» Prenant surtout pour guide la *Carte géologique de France* et les travaux de M. Élie de Beaumont sur les mers anciennes et sur les systèmes de montagnes, ayant égard aussi aux publications sur les mers anciennes qui ont été faites par MM. D'Archiac, d'Orbigny, Vézian, Hébert, Bayle, Godwin-Austen, j'ai figuré la surface supérieure de ces divers terrains. Leur relief a été représenté par des courbes horizontales portant des cotes et par des teintes bleues qui sont d'autant plus foncées que les terrains ont été relevés à une plus grande hauteur au-dessus de la mer.

» On peut voir par les cartes jointes à mon travail que, lorsqu'un même bassin a reçu des terrains superposés, les élévations et les dépressions qu'il offrait à l'origine se sont conservées, mais qu'elles vont en s'atténuant dans les terrains plus récents.

» On voit aussi d'une manière très-nette que des fonds de mer ont souvent été soulevés à quelques kilomètres au-dessus du niveau actuel de la mer; en sorte qu'il est impossible d'admettre la théorie d'après laquelle les montagnes proviendraient seulement d'élévations lentes, analogues à celles qui ont lieu sur nos rivages.

» Enfin on constate encore que les terrains relevés sur les flancs des montagnes présentent généralement une forte pente qui est alors bien accusée par le rapprochement des courbes horizontales; cette pente exceptionnelle disparaît toutefois à une petite distance, et il faut sans doute attribuer ce résultat à ce que les roches sédimentaires restent toujours plus ou moins molles dans l'intérieur de la terre. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Sur un fait physiologique observé sur des feuilles de* Drosera. Note de **M. Ziégler.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Duchartre, Blanchard.)

« Les cils des feuilles des Droséras indigènes exsudent à leur extrémité, comme on le sait, une gouttelette de glu à laquelle se prennent les insectes. Chaque fois qu'un insecte est pris, les cils extérieurs se replient, couvrent l'insecte, comme feraient les doigts crispés d'une main, et ne se redressent qu'au bout de quelques jours pour suinter une nouvelle glu et guetter une nouvelle proie.

» En étudiant ces intéressantes plantes, j'ai remarqué que toutes les substances albuminoïdes animales, qu'on a préalablement tenues pendant une minute entre les doigts, acquièrent la propriété de faire contracter les cils des Droséras. J'ai constaté aussi que les mêmes substances, quand elles n'ont pas été mises préalablement en contact avec un animal vivant, n'exercent aucune action visible sur les cils des susdites plantes. Cette observation prouve que le simple contact des doigts communique aux substances animales inertes une propriété physique qu'elles ne possédaient pas, ou qu'elles ne possédaient plus.

Ces mêmes substances animales, ainsi préparées, perdent cette singulière propriété dès qu'on les humecte à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, et qu'on les sèche chaque fois au bain-marie. C'est ainsi qu'il convient de préparer toutes les substances qui doivent servir dans ces expériences. La contraction des cils n'est pas provoquée par la chaleur animale, que les doigts ont pu communiquer aux substances animales, car les cils se contractent de la même manière, lorsqu'on a laissé refroidir la substance avant

de la déposer sur une feuille. La transpiration des doigts n'est pour rien non plus dans le phénomène, car cette curieuse propriété peut être communiquée aux substances animales à travers du papier ciré fin, et en ne maniant ces substances qu'avec des instruments en acier. Enfin il n'y a aucun inconvénient à entourer ces substances d'une couche de cire, pour mettre la plante à l'abri de l'action chimique des matières solubles que les substances animales pourraient contenir.

» Un animal vivant communiquant, par simple contact, de nouvelles propriétés physiques à un corps inerte, il était important de s'assurer si, en exagérant cette transmission de propriété, on n'arriverait pas à observer quelques changements dans l'état vital de l'animal. Des lapins ont été enfermés dans des cages légères en bois; ces cages étaient assez étroites pour que leurs parois fussent constamment en contact avec les poils des lapins, soit d'un côté, soit de l'autre, et les parois de la cage étaient flanquées extérieurement de sachets en toile ou en papier, renfermant pour chaque cage deux kilogrammes de sérum desséché (albumine du sang). D'autres lapins ont été enfermés dans des cages exactement semblables, mais non garnies d'albumine. La nourriture se composait, par vingt-quatre heures, de 25 grammes d'avoine mondée et de feuilles de choux à discrétion. Au bout de quelques jours, les lapins soumis au contact de l'albumine sont devenus diabétiques à un haut degré quoique sans sucre, l'urée était rendue en quantité normale, mais les pertes en phosphate ammoniaco-magnésien étaient très-grandes, et ces lapins ont dépéri et perdu de leur poids. Les lapins qui n'étaient pas en contact avec l'albumine sont restés dans leur état normal et ont même un peu augmenté en poids.

» Il était intéressant de s'assurer si l'avidité de la Droséra pour les insectes était insatiable, et de rechercher ce qu'elle deviendrait si l'on exagérait sur elle le contact d'un animal vivant ou le contact de matière animale inerte, modifiée par un contact d'animal vivant. Des Droséras ont été placées, avec une petite motte de terre et suffisamment d'eau, dans des capsules légères en platine. Ces capsules ont été déposées chacune sur une poignée d'albumine du sang, qu'on avait eu soin de tenir pendant une demi-heure dans la main. Au bout de vingt-quatre heures, toutes ces Droséras sont devenues complétement insensibles aux insectes et aux corps organiques animaux, modifiés par un contact vivant. *Les propriétés de ces plantes sont devenues inverses*, et, chose merveilleuse, leurs cils se contractent alors sous l'influence de matières organiques qui avaient d'abord été mises en contact, pendant quelques minutes, avec des paquets en papiers à double ou triple enveloppe,

renfermant du *sulfate de quinine*. Des matières organiques influencées de cette manière purement physique, par le sulfate de quinine, ne produisent aucune action contractile sur les cils des Droséras dans leur état normal. Une de ces plantes, dont les propriétés physiques ont été renversées par l'influence de l'albumine, de la manière qu'il vient d'être dit ci-dessus, peut être ramenée à son état normal en la déposant, pendant vingt-quatre heures, avec la capsule en platine sur un paquet de sulfate de quinine. Il faut user de ce moyen chaque fois que, par une cause quelconque, les feuilles sont devenues insensibles aux insectes. Dans tous les cas, la contraction des cils est toujours lente, elle ne commence à être visible qu'au bout d'un quart d'heure, et n'est souvent complète qu'au bout de quelques heures. Parmi les matières végétales, il n'y a que les graines qui soient impressionnables par un contact animal. On peut donc répéter les expériences ci-dessus indiquées en remplaçant les matières albuminoïdes animales pas des graines végétales. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un procédé de peinture décorative sur étain.* Note de **M. C. Daniel.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas.)

« ... On prend une feuille d'étain aussi mince que possible et par conséquent d'une grande flexibilité. On l'étend sur un fond dur et lisse, par exemple sur une glace ou sur un verre épais, en ayant le soin de mouiller la surface de la glace pour faciliter l'étendage et le maintien de la feuille d'étain. Cette feuille constitue alors une surface très-lisse, sur laquelle on effectue la peinture à l'huile à ton uni ou décoratif, comme sur les murailles ou sur les boiseries. On laisse sécher, on vernit, et cette peinture enlevée de la glace avec son doublage d'étain est prête à être transportée de l'atelier dans le bâtiment pour y être appliquée.

» Ce nouveau produit décoratif se transporte en rouleau comme le papier de tenture; mais il diffère essentiellement de ce dernier, car la peinture sur l'étain est à l'huile, avec toutes les variétés de tons et attributs du décorateur. Le fond ou l'étain de doublage constitue une surface hydrofuge, et enfin l'étain, à cause de son extrême flexibilité, épouse toutes les moulures et les contours les plus variés.

» Avant l'application de la peinture-étain, on étend, sur la muraille ou la boiserie, sur l'objet ou la surface qu'on veut décorer une mixtion hydrofuge; c'est alors que le poseur découpe la peinture-étain et l'applique

en lui faisant suivre tous les contours creux ou en relief des moulures et ornements de sculpture sur bois, sur plâtre ou sur pierre.

» La peinture-étain peut remplacer également la dorure; on applique à l'atelier l'or sur la feuille d'étain, avec l'apprêt ordinaire, on laisse sécher, on découpe la dorure-étain, et le poseur, après avoir étendu de la mixtion hydrofuge sur les baguettes ou ornements à décorer, y applique les découpures de la dorure-étain.

» L'avantage de la dorure-étain, comparativement à la dorure ordinaire sur métaux, c'est d'être rebelle à toute oxydation. On sait, en effet, que la dorure ordinaire sur les métaux et notamment sur le zinc, se pique rapidement. »

« **M. Dumas** a été intéressé, comme toutes les personnes qui les ont examinés, par les spécimens remarquables de peinture sur étain qui sont mis sous les yeux de l'Académie. Il met d'autant plus d'importance à voir une industrie de ce genre se développer, qu'elle a pour elle la sanction d'une bien longue pratique, sous une forme un peu différente, il est vrai. Les Chinois emploient, en effet, la peinture sur étain pour leurs meubles ou laques, et le plus souvent ce que l'on prend sur ces objets pour des dorures, n'est autre chose que la feuille d'étain donnant le brillant métallique, recouverte d'un vernis jaune donnant la couleur de l'or. »

THERMODYNAMIQUE. — *Du coefficient économique dans la thermodynamique des gaz permanents.* Mémoire de **M. J. Bourget**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Becquerel, Bertrand, Phillips, Jamin.)

« On désigne par *coefficient économique* d'une machine thermique le rapport qui existe entre la chaleur transformée en travail et la chaleur empruntée à la source calorifique.

» Il n'est pas évident, *a priori*, que l'on ne puisse pas transformer complétement en travail une quantité donnée de chaleur, et qu'il y ait un coefficient économique maximum; cependant ce principe paraît aujourd'hui certain. Si l'on admet, avec Clausius, qu'*il est impossible de faire passer de la chaleur d'un corps plus froid dans un corps plus chaud, sans une dépense de travail*, on peut démontrer rigoureusement que, si une machine quelconque opère entre deux températures extrêmes $t_1$ et $t_2$, le coefficient économique ne peut jamais dépasser la fraction

$$\rho = 1 - \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}.$$

Mais le principe de Clausius est loin d'avoir le degré d'évidence qui convient à un axiome, et ce serait un progrès dans la thermodynamique que d'arriver par une autre voie au théorème général du coefficient économique maximum.

» Il est d'abord possible de s'en passer complétement dans la théorie des gaz permanents, et le but de cette Note est de montrer qu'en s'appuyant uniquement sur les lois expérimentales connues de Mariotte, Gay-Lussac, Dulong, Regnault, etc., on peut établir rigoureusement le principe du rendement théorique maximum des machines à air. Si l'on rapproche ces résultats de ceux que nous avons obtenus en 1859 (*Annales de Chimie et de Physique*, ou *Mémoires de l'Institut*, t. XXXVII, p. 559), on voit que la thermodynamique des gaz est une science aussi rationnelle que l'hydrostatique ou l'hydrodynamique.

» Désignons par $p$, $v$ la pression et le volume d'une masse gazeuse, par $\gamma$ le rapport des deux chaleurs spécifiques, par $\alpha$ le coefficient de dilatation : nous pouvons formuler les théorèmes suivants :

» THÉOR. I. — *Si une machine à gaz fonctionne, suivant le cycle de Carnot, entre deux températures $t_1$ et $t_2$, son coefficient économique sera exactement*

$$\rho = 1 - \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}.$$

» Nous appelons *cycle de Carnot* celui qui est formé par deux courbes *isothermiques* ($pv =$ const.) et deux courbes *adiabatiques* ($pv^\gamma =$ const.).

» Ce théorème se démontre sans peine au moyen de la formule donnée dans notre Mémoire de 1859 pour évaluer la dépense de chaleur le long d'une ligne quelconque d'états, et en particulier le long d'une courbe isothermique.

» THÉOR. II. — *Si une machine à gaz fonctionne suivant un cycle quelconque d'états, autre que celui de Carnot, le coefficient économique est moindre que $\rho$.*

» La démonstration que nous donnons de ce théorème important est très-simple. Nous circonscrivons au cycle donné un cycle de Carnot. Ce dernier a une aire qui surpasse généralement l'aire du cycle de quatre parties $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$, $\sigma_4$ ; $\sigma_1$ et $\sigma_2$ étant les parties inférieures. En faisant usage uniquement du théorème suivant, démontré dans le Mémoire déjà cité : *Si une masse gazeuse parcourt un cycle fermé quelconque, il y a anéantissement d'une quantité de chaleur proportionnelle à l'aire du circuit,* nous arrivons, pour le coefficient économique relatif à un cycle quelconque, à la formule

$$\mathfrak{R} = 1 - \frac{1 + \alpha t_1 + A\sigma_1 + A\sigma_2}{1 + \alpha t_2 - A\sigma_3 - A\sigma_4} < \rho,$$

A désignant l'équivalent calorifique d'un kilogrammètre. Cette formule montre bien que $\mathfrak{R}$ tend vers $\rho$ quand les aires $\sigma$ tendent vers zéro.

» THÉOR. III. — *Dans une machine quelconque à récurrence, le coefficient économique ne peut pas dépasser* $\rho$.

» Nous appelons *machines à récurrence* celles qui renferment des organes nommés *régénérateurs*, permettant d'utiliser, pour un cycle suivant, une partie de la chaleur que l'air sortant emporterait inutilement dans l'atmosphère.

» Nous étudions, dans notre Note, les conditions de la récurrence; dans quels cas elle est possible; pourquoi elle ne peut pas se faire dans une machine fonctionnant suivant certains cycles; et, par un raisonnement analogue à celui du théorème II, nous trouvons, pour une machine à récurrence quelconque,

$$\mathfrak{R} = 1 - \frac{1 + \alpha t_1 + A\sigma_1 + A\sigma_2}{1 + \alpha t_2 - A\sigma_3 - A\sigma_4} < \rho,$$

$\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$, $\sigma_4$ désignant les aires en excès d'un certain cycle comprenant le cycle donné.

» Notre démonstration nous montre, en même temps, dans quels cas une machine à récurrence peut avoir $\rho$ comme coefficient économique.

» La plupart de ces résultats étaient connus; nos démonstrations seules sont nouvelles, et, ce qui peut leur donner un intérêt, c'est qu'elles rendent la thermodynamique des gaz indépendante de tout principe métaphysique. »

**M. H. Resal** adresse une nouvelle rédaction du Mémoire qu'il a présenté à l'Académie, dans la séance du 4 décembre 1871, sur le calcul des volants dans les machines à détente et à condensation. Une erreur matérielle, qui s'était glissée dans les calculs, avait altéré, dans la proportion de $\frac{1}{6}$, pour quelques détentes, les valeurs du coefficient $\mu$ de la formule connue $PV^2 = \mu \frac{uF}{N}$ (1).

(Cette nouvelle rédaction du Mémoire sera transmise à la Section de Mécanique.)

**M. Anez** adresse, de Tarascon, une nouvelle Lettre relative à son pro-

(1) Un *errata* sera publié avec la Table du tome LXXIII (2e semestre 1871), pour rectifier les nombres inexacts de l'Extrait de ce Mémoire qui a été inséré aux *Comptes rendus*.

cédé de traitement par submersion des vignes attaquées par le *Phylloxera vastatrix*.

L'auteur croit devoir se plaindre que, dans les Lettres qui lui ont été adressées du Secrétariat pour lui accuser réception de ses Communications précédentes, on n'ait pas toujours pris soin de signaler les dates exactes de ces Communications elles-mêmes, afin de lui assurer la priorité de ses indications, à laquelle il attache une extrême importance. Il rappelle l'envoi d'un pli cacheté, accepté par l'Académie dans la séance du 21 septembre 1868, et dont la réception lui a été accusée par une Lettre signée de M. Dumas, en date du 28 septembre; l'envoi d'une Lettre adressée par lui le 23 octobre 1871, au sujet de ses droits de priorité (cette Lettre n'est point parvenue au Secrétariat); il oublie une nouvelle Lettre adressée par lui sur le même sujet, signalée au *Compte rendu* de la séance du 8 janvier 1872 (p. 106 du présent volume), et renvoyée à une Commission composée de MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre et Blanchard; il signale enfin l'envoi d'une Lettre datée du 14 février 1872, renvoyée à la même Commission dans la séance du 26 février (p. 595), et dont la réception lui a été accusée par une Lettre signée de M. Élie de Beaumont, le 20 mars 1872.

L'auteur demande aujourd'hui l'ouverture du pli cacheté accepté le 21 septembre 1868.

Ce pli, qui est inscrit sous le n° 2453, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel : il est daté par l'auteur du 13 septembre 1868. Nous en reproduisons *in extenso* le contenu :

» J'ai l'honneur de vous exposer conformément à ma Lettre d'hier que cette année 1868 a été encore une année désastreuse!... Dans nos localités, la plupart des récoltes ont été détruites par l'effet d'une sécheresse extrême et les vignes ravagées, souvent tuées et comme foudroyées par le puceron.

» Maintenant quel sera le moyen capable de nous préserver, ou de nous délivrer de ces fléaux? — Le voici :

» Pour le premier, la sécheresse excessive du sol qui le détermine étant due tout entière au déboisement des montagnes, des terrains non cultivés, et aussi à l'incurie, à l'indolence des agriculteurs qui négligent si souvent l'emploi si utile des eaux fertilisantes de nos grands fleuves ainsi que des nombreux cours d'eau qui nous avoisinent, coulant à travers nos plaines désertes, il faut évidemment provoquer et obtenir le reboisement et l'établissement des canaux d'irrigation, avec un remaniement complet du système adopté actuellement pour l'endiguement de nos rivières et de nos fleuves.

» Pour le deuxième, résultant en grande partie du fait de la destruction des oiseaux qui, en facilitant la propagation des insectes, est enfin devenue une des grandes et im-

menses causes de tant de maux qui ravagent et les champs et les animaux et l'humanité, entière, pour celle-là, dis-je, il faut dès à présent non-seulement prendre la résolution de ne plus les détruire, mais encore et toujours les rechercher, et les considérant comme des protecteurs, les aimer, au besoin les protéger; et en agissant ainsi sagement, bientôt, dans la joie de leur œuvre, toutes les populations intéressées verront enfin disparaître et s'éloigner d'elles toutes ces craintes actuelles, mais si fondées, des malheurs effrayants dont elles sont visiblement menacées.

» Mais tout d'abord, il faut absolument trouver le moyen de se débarrasser au plus tôt de ce terrible ennemi de la vigne; et ce moyen, premier procédé, consiste :

» A inonder, soit avec les eaux d'un fleuve, soit avec l'eau d'une rivière, d'un puits, d'une source, etc., et à submerger, sans arrêt, si faire se peut, en formant une nappe d'eau continue sur tout le sol de la vigne à traiter, et cela sans interruption de cette nappe d'eau sur une surface donnée et sur une épaisseur d'environ huit à douze centimètres, tout à peu près comme le ferait, plus en grand, l'inondation résultant de l'invasion des eaux d'un fleuve, d'une rivière, etc.; et cela jusqu'à ce que les pucerons soient asphyxiés, étouffés, morts!

» Donc, le moyen de détruire rapidement le puceron sera l'inondation qui produira l'asphyxie, l'asphyxie qui produira la mort.

» Deuxième procédé : Dans la prévoyance du cas où la nature physique ou chimique du sol se montrerait rebelle à l'efficacité de ce système, il faudra alors modifier cette eau, déjà si puissante, soit par l'addition d'eau mélangée aussi intimement que possible avec le coaltar, soit aussi cette même eau mélangée avec de l'acide phénique, ou bien encore avec d'autres substances très-efficaces, telles que : le pétrole, le sulfate de fer, l'essence de thérébentine, la décoction de tabac, la moutarde, tous les tourteaux de graines oléagineuses, le rhicin, les divers savons, les lessives, la potasse, les engrais salins, la matière fécale, la benzine, les cendres, l'acide carbonique, le soufre, le sulfure de carbone, le gaz sulfureux, le chloroforme, le sel de cuisine, les divers sels des produits chimiques obtenus dans les fabriques et quelques-uns employés comme engrais, la créozote, la chaux, les huiles lourdes, la suie, le phosphate de chaux, etc., etc.; tout autant de substances que je vais examiner et étudier avec soin pour les appliquer ou les délaisser, selon les résultats que j'en obtiendrai. »

« **M. Dumas** fait remarquer que l'auteur semble insister sur deux procédés pour détruire le *Phylloxera:* l'inondation des vignes; l'emploi des insecticides. Quant à l'intervention des oiseaux, elle ne peut être recommandée comme un remède actuel.

» M. Dumas pense qu'il y a lieu de rappeler, dès lors, les travaux publiés et bien connus de M. Faucon, de MM. Planchon, Lichtenstein, Marès, etc., et des divers Comices du Midi, spécialement des Comices de l'Hérault, de la Gironde, etc.

» M. Faucon a proposé et pratiqué en grand, depuis trois ans, l'inondation des vignobles, pendant quarante à cinquante jours, comme moyen de détruire le *Phylloxera*. Ce procédé n'est pas toujours praticable, cela

est évident; aussi la Commission ministérielle, qui opérait en 1870 et qui le connaissait, réclamait-elle la découverte d'un moyen plus général; il semble que jusqu'à présent, on n'en connaisse pas de meilleur. M. Anez l'avait proposé dans son pli cacheté de 1868, mais on l'ignorait en 1870.

» A l'égard des insecticides, acide phénique, coaltar, etc., les agriculteurs et les Comices s'en sont tous préoccupés immédiatement, l'ont fait savoir en 1870, et ils en ont poursuivi l'application avec assiduité, malgré les difficultés que présente leur emploi, puisqu'il s'agit d'en pénétrer pour chaque cep un mètre cube de terre environ.

» Sous réserve de ces observations, nécessaires dans l'intérêt des personnes ou des Sociétés qui se sont vouées à la destruction du *Phylloxera*, M. Dumas pense qu'il y a lieu de renvoyer à la Commission spéciale le document, par lequel M. Anez fixe la date précise de l'époque où il a conçu les pensées qu'il y énonce. »

(La Note contenue dans le pli cacheté est renvoyée, ainsi que les Lettres reçues les 8 janvier et 26 février 1872 et celle d'aujourd'hui, à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre et Blanchard.)

M. Tarry transmet à l'Académie la lettre qui lui avait été écrite par M. *Serpieri*, à propos de la théorie cosmique des aurores boréales, lettre dont il avait cité quelques passages dans sa Note précédente : il y joint trois Notes imprimées dont M. Serpieri avait accompagné sa lettre.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Pigeon adresse un Mémoire relatif à un cas de mort subite, signalé par M. Trélat, à la Société de Chirurgie.

Le même auteur adresse, en outre, quelques modifications à son précédent Mémoire, relatif à l'influence de la combustion du sang sur la pénétration et la circulation de ce liquide dans le système veineux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Brachet adresse une Note intitulée « Modification apportée aux chemins de fer atmosphériques destinés à franchir, avec une très-grande vitesse, le tunnel de la Manche ».

(Commissaires : MM. Belgrand, Hervé-Mangon.)

M. **Zeppenfel** adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur « les corps simples et quelques-uns de leurs résultats positifs ».

(Renvoi à la Section de Chimie, à laquelle M. Péligot est prié de s'adjoindre.)

M. **Rouget** adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur « les racines imaginaires des équations numériques ».

Ce Mémoire avait été soumis à l'examen de M. Hermite. Il sera renvoyé à une Commission composée de MM. Hermite, Serret, O. Bonnet.

## CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Al. Perrey*, portant pour titre « Notes sur les tremblements de terre en 1869, avec suppléments pour les années antérieures de 1843 à 1868 ».

2° Deux brochures de M. *A. Leymerie*, intitulées « Récit d'une ascension faite, en 1857, au pic de Néthou (Maladetta) » et « Note sur la phosphorite du Quercy ».

M. **le Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire de la carte géologique et minéralurgique de l'Ariége, par M. *Mussy*. Cette carte est accompagnée d'un volume de texte et d'un atlas de coupes.

M. **Vulpian** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Stan. Laugier*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Fischer** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la chaire de Paléontologie du Muséum d'histoire naturelle, laissée vacante par le décès de M. *Lartet*.

(Renvoi aux Sections de Zoologie et de Minéralogie.)

ASTRONOMIE. — *Lettre de* M. TACCHINI *à* M. Faye *à propos de sa Note, présentée à l'Académie le* 1er *avril dernier, sur l'organisation de la Société des Spectroscopistes italiens.*

» J'ai lu, il n'y a que deux jours, votre très-intéressant Rapport fait à l'Académie sur notre Société spectroscopique, et je m'empresse de vous remercier vivement, car chacun de mes collaborateurs sera bien heureux de voir qu'une autorité aussi éminente que la vôtre vient proclamer excellente notre institution et la déclarer capable d'attirer l'attention et la sympathie de l'Académie elle-même. Pour moi, je vous remercie en particulier pour la présentation que vous avez faite à l'Académie, de mes dessins spectroscopiques des protubérances solaires.

» En même temps, je vous demande la permission d'ajouter quelques mots sur vos réflexions relatives à notre programme. Vous trouvez qu'il est propre au but de la science, mais vous faites une exception pour nos dessins par projection, la mesure des diamètres du Soleil, les observations des aurores et les perturbations magnétiques.

» Vous dites que, sans prétendre nier absolument les relations que des esprits distingués ont conçues et tendent à vérifier entre ces éléments, vous n'oseriez conseiller à un établissement quelconque de régler son activité d'après des *suggestions* de ce genre.

» Je vous avoue, Monsieur, que je ne comprends pas votre expression. En effet si, de votre aveu, vous ne pouvez nier les relations que l'on soupçonne, n'est-il pas du plus grand intérêt pour la science de résoudre cette question? Et comme la solution doit se baser sur un grand nombre de comparaisons, rien de plus facile, rien de plus simple, pour ceux qui surveillent avec le spectroscope les bords du Soleil, que de donner quelques regards au ciel pendant la nuit, afin de voir s'il n'y a pas d'aurores. Nous n'avons pas conseillé de régler l'activité d'un établissement, comme vous le dites, par des suggestions : nous ne voulions qu'ajouter une observation très-simple, qui ne dérange en rien le travail astronomique, et qui pourra servir à résoudre une question qui est à l'ordre du jour. Même observation pourrait être faite pour les observations magnétiques.

» Relativement au diamètre du Soleil, je me trouverais aussi en désaccord avec vous. Vous pensez que les phénomènes de la chromosphère se produisent sur des masses tellement *nulles* par rapport à celle du Soleil, que vous ne sauriez songer à une action sensible sur les dimensions de cet astre. La question est grave et pourrait donner lieu à des conséquences sérieuses;

aussi je vous prie, avant de persister dans votre opinion personnelle, de vouloir bien tenir compte des observations faites à Rome : elles décèlent des variations irrégulières du diamètre qui, une fois admises comme exactes, démontreraient de véritables variations d'épaisseur de la couche photosphérique, sensibles dans la mesure du diamètre solaire à l'aide du chronographe, et qui pourraient aussi bien s'étendre au bord tout entier qu'à des saillies partielles.

» En dehors même des mesures du diamètre, j'ai observé plusieurs fois la chromosphère tout entière fort exagérée, d'autres fois très-réduite. Je ne dis pas que cela soit suffisant pour conclure à des variations du diamètre lui-même, mais je crois qu'il est important et même nécessaire d'appeler l'attention des astronomes sur ce point et de leur conseiller de faire des mesures, pour voir s'il n'y a pas de relation entre ces observations et celles faites à l'aide du chronographe. Dans un observatoire, cela se peut exécuter sans difficulté, en dehors du travail que l'un des astronomes accomplit avec le spectroscope, comme cela se fait par le P. Rosa à Rome et M. Cacciatore à Palerme. En outre, je vois sur le Soleil plus que des protubérances isolées : nous avons fréquemment de véritables séries continues de protubérances, qui forment comme des anneaux autour du Soleil; et, en conséquence, l'ensemble de toutes les protubérances, à une époque donnée, peut être quelque chose de très-appréciable, même par rapport au Soleil entier. Ce sont enfin des questions posées et non résolues, sur lesquelles les astronomes doivent réunir leurs efforts.

» Quant à la relation entre les facules, les taches et les accidents de la chromosphère, vous dites qu'il vous semble que de simples dessins à vue, exécutés avec peine sur un écran, ne sont pas suffisants aujourd'hui. Mais, lorsqu'il s'agit de la détermination des angles de position des taches et des facules par projection faite par le P. Secchi et par moi, il me semble que l'expression de dessins à vue n'est pas parfaitement exacte. Si vous voulez bien examiner notre méthode, déjà expliquée dans nos Bulletins, vous verrez que ce sont des déterminations de position assez exactes, et non pas des dessins à vue. Si vous refusez confiance à nos résultats, on pourrait dire la même chose de toutes les observations de position des taches que vous avez discutées avec tant d'habileté, par la raison qu'elles n'ont pas été obtenues par la photographie, comme vous voudriez qu'elles le fussent. Que, dans un établissement, on puisse employer la photographie avec un avantage général, je le crois moi-même; mais, pour la relation entre les facules, les taches et les protubérances, je crois que les résultats de nos mesures directes

des angles de position et la comparaison que j'en ai faite avec les positions des protubérances auraient été les mêmes que si j'avais opéré sur les disques photographiés, en supposant que la photographie puisse toujours reproduire exactement tout ce qu'on voit par projection, ce que je ne sais pas.

» Vous ajoutez plus loin : « Le point que je me permets de contester est » nettement formulé dès la première phrase du manifeste...; je suis profon» dément convaincu de ...... » Je respecte votre conviction, mais je crois qu'on peut affirmer que, quoique l'étude de la rotation soit la base première de la théorie naissante, tout ce qu'on a écrit sous ce rapport et sur quoi vous avez fait des travaux aussi intéressants que profonds, serait resté toujours insuffisant sans l'aide du spectroscope pour faire progresser la science à l'égard de la constitution physique du Soleil, et j'ai toujours admiré, avec la plus grande sympathie pour vous, vos efforts pour faire réussir les expéditions des éclipses qui, avec l'aide de l'esprit éminent de M. Janssen, ont apporté de si belles découvertes et ont poussé si vigoureusement dans la voie du progrès nos connaissances héliophysiques (1), tandis que je ne connais pas vos sollicitations pour qu'en France fussent exécutées des photographies du Soleil, chose bien plus facile à obtenir que les expéditions d'éclipse.

» C'est avec peine que je vois votre opinion exclure les astronomes du nouveau laboratoire dont vous avez proposé la fondation, après les services rendus par des observatoires astronomiques qui vous ont fourni la matière première de vos études et de vos travaux, lesquels ont fait rejaillir tant de gloire sur la science de votre pays.

» Je crois votre idée sur la fondation d'un tel établissement réellement magnifique et très-utile; et nous aussi nous aurions voulu l'effectuer, n'était une objection sérieuse, celle des frais irréalisables pour plusieurs établissements, dont le concours nous paraît être une condition indispensable pour assurer des séries d'observations convenablement étendues, ce qu'on ne pourrait pas espérer avec une seule station, attendu les fréquents empêchements provenant des conditions locales du climat.

» La France mettra donc à exécution votre projet. Nous ne pourrons que saluer cet événement avec joie, et le Président de l'Académie aura rendu un service de plus à la science. Tout ce que nous ne pourrons faire, par défaut de moyens, nous le trouverons tout fait par nos savants voisins, et la science, qui est cosmopolite, en ressentira des avantages bien déter-

(1) Je ne puis que m'associer à cette équitable appréciation des découvertes de M. Janssen et de leur rôle dans l'état actuel de la science. — H. FAYE.

minés. Si vous voulez bien faire connaître à l'Académie ces idées, vous ajouterez ainsi à la gratitude que je vous dois pour le crédit que vous avez assuré à notre institution par la relation que vous en avez faite. »

ASTRONOMIE. — *Réponse à la Lettre précédente de M.* Tacchini; *par* **M. Faye.**

« Je désire faire suivre l'importante Lettre de M. Tacchini, qui m'est parvenue un peu tard en province où je voyage actuellement, de quelques remarques sur les variations du diamètre solaire, variations que les Astronomes italiens paraissent rattacher, non pas au mode d'activité interne du Soleil lui-même, mais aux accidents extérieurs de la chromosphère. Si je me suis permis de contester ces vues, c'est que les petites fluctuations que présentent les mesures du diamètre solaire me semblent être plutôt apparentes que réelles; elles tiennent à des causes physiques bien voisines de nous, car celles-ci résident, selon moi, dans le tube de nos lunettes.

» En considérant le faisceau de rayons solaires qui entrent par l'objectif pour aller former l'image au foyer, on voit que ces rayons doivent échauffer immédiatement l'air qu'ils traversent, et produire, tout le long de leur trajet, une petite différence de température entre la région illuminée et celle qui reste dans l'obscurité. Dès lors, sur tout le pourtour du cône lumineux, il y aura une réfraction d'un genre particulier qui infléchira les rayons vers la partie froide, c'est-à-dire à l'extérieur, en dilatant un peu l'image du Soleil. La dilatation ainsi produite sera proportionnelle à la longueur de la lunette et à la puissance échauffante des rayons solaires. Or cette dernière varie selon l'heure et la saison. En hiver, les rayons du Soleil au méridien nous arrivent plus affaiblis qu'en été, par leur passage à travers une couche atmosphérique plus épaisse; cet affaiblissement dépend encore d'autres causes qui affectent la puissance d'absorption de l'air. Il résulte de là, dans le cours de l'année, et même dans le cours de la journée, une légère variation du diamètre apparent de l'astre, variation que j'ai étudiée autrefois, et que j'ai cherché à mettre en évidence par la discussion d'une longue série d'observations méridiennes faites à Greenwich.

» Si, comme je le crois, cette cause d'erreur est réelle, elle n'intéresse pas seulement les études que les Spectroscopistes italiens ont l'intention de poursuivre, elle exerce aussi son influence sur tous les genres de mesures où intervient le diamètre du Soleil, et particulièrement sur l'observation des passages de Vénus. C'est pourquoi j'ai fini par adopter, pour ma part, la

judicieuse proposition de MM. Wolf et André de revêtir les objectifs destinés à cette observation d'une légère argenture qui, comme nous l'a montré Foucault, n'affaiblit pas trop les rayons solaires, et les dépouille presque entièrement de leur chaleur dans le tube même de la lunette.

» Il est remarquable que les mesures héliométriques dont les astronomes allemands et russes comptent faire usage, en grand, au prochain passage de Vénus (1874) soient sensiblement exemptes de ce genre d'erreur. Il en est de même de l'observation photographique; sa rapidité extrême doit en effet atténuer beaucoup les effets dus à l'échauffement de l'air, si l'on s'arrange de manière à démasquer l'objectif au moment même où doit s'opérer l'admission presque instantanée des rayons sur la plaque sensible.

» Toujours est-il que le diamètre du Soleil, mesuré par les astronomes italiens, doit présenter de ce chef, outre l'effet de la réfraction générale dans le sens vertical, de légères variations en tous sens qui ne sauraient être attribuées à la cause qu'ils étudient, c'est-à-dire à l'apparition des grandes protubérances. Il en est autrement des fluctuations considérables de la chromosphère si bien signalées par M. Tacchini : celles-ci doivent sans doute être en relation avec les grandes protubérances.

» Telle est l'origine du doute que j'ai cru devoir opposer à un simple détail de la belle entreprise des Spectroscopistes italiens. Quant aux dessins des taches et des facules, je reconnais, conformément au dire de M. Tacchini, que les mesures d'angles de position ne laissent rien à désirer sous le rapport de l'exactitude, mais je crois que l'observation photographique, qui n'oublie rien et qui n'exclut pas d'ailleurs l'inspection oculaire, est infiniment préférable sous tous les rapports. Le savant astronome sicilien s'étonne, il est vrai, de ce que je presse les Italiens d'adopter une méthode que je n'aurais même pas recommandée dans mon propre pays. Je répondrai que je n'ai pas cessé de le faire depuis un quart de siècle. Je ne me suis pas borné à proposer d'observer les taches du Soleil en ajoutant aux photographies ordinaires l'image d'un fil horaire convenablement orienté, mais j'ai cherché à étendre cette méthode à l'Astronomie entière, de manière à supprimer l'observateur aux instruments méridiens et à remplacer ses sens et son système nerveux par une plaque sensible, combinée avec l'enregistrement électrique de l'heure.

» J'ai même fait exécuter *par un enfant*, il y a une douzaine d'années, grâce au concours d'artistes distingués, une observation méridienne du Soleil, bien supérieure à tout ce qu'un astronome exercé pourrait faire aujourd'hui; cette observation, comprenant dix épreuves successives, existe

encore, et je l'ai mise autrefois sous les yeux de l'Académie. Enfin nous avons obtenu de la même manière, *sur collodion sec*, en 1858, l'observation des diverses phases d'une éclipse partielle de Soleil, à l'aide de la grande lunette de 15 mètres de M. Porro et grâce au concours de M. Quinet. Nos épreuves sont restées sans rivales par leur grandeur et leur perfection (1); nous avons pu y mesurer avec exactitude, non-seulement les coordonnées des cornes du croissant solaire, mais aussi celles des taches, au moyen d'un appareil micrométrique de Porro, qui a plus tard été imaginé de nouveau et construit derechef avec une grande perfection par M. Warren de la Rue, à l'occasion d'une éclipse plus récente. Si donc je me suis permis de recommander aux savants italiens ces procédés auxquels on devra, je crois, une bonne partie des progrès futurs de l'Astronomie, c'est que je les avais moi-même longtemps auparavant proposés et expérimentés en France. Sans doute ces méthodes n'ont pas encore la sanction d'une adoption générale, malgré l'avantage qu'elles possèdent de pousser plus loin la précision des mesures et d'éliminer la personnalité de l'observateur : les travaux continus des Observatoires ne se prêtent pas aisément à de telles tentatives, et l'on sait, par exemple, qu'il n'a pas fallu moins d'un demi-siècle pour décider les astronomes à remplacer leurs alidades et leurs pointés à l'œil nu par les lunettes qu'ils appliquaient pourtant chaque jour à la contemplation des astres. Heureusement nous touchons au moment où ce progrès va s'accomplir, car, cette année même, mon savant ami, M. Gould, l'organisateur de l'Observatoire de la République Argentine, s'excusait, dans la séance publique d'inauguration, de n'être pas encore en état d'y introduire les mesures de photographie stellaire qui ont fait tant de progrès depuis quelques années dans son pays natal, aux États-Unis, et, d'autre part, je viens de recevoir de M. le conseiller Paschen un Mémoire important sur l'emploi de la photographie dans l'observation du prochain passage de Vénus (2), dont la conclusion est que l'on peut déterminer ou éliminer toutes les causes d'erreur; sur une épreuve solaire de $0^m,11$ seulement de diamètre, les mesures atteignent une précision plus que double de celle qu'on obtient directement à l'aide du célèbre héliomètre de Kœnigsberg (double par conséquent de celle que j'avais moi-même réalisée dès 1858 sur nos épreuves de $0^m,14$). On en ferait autant avec les belles épreuves récemment obtenues à l'Observatoire de Lisbonne.

(1) Sauf les stries d'un collodion défectueux (*Comptes rendus*, 1858, t. XLVI).

(2) *Astr. Nachr.* von Peters, n$^{os}$ 1883-1885.

» Quoi qu'il en soit, je désire vivement que les légères critiques que j'ai cru devoir faire sur les projets déjà en cours d'exécution de la Société des Spectroscopistes italiens ne soient considérées par nos collègues d'outre-monts que comme une preuve du soin avec lequel j'ai étudié leurs idées fécondes et leur savant programme. Après les phénomènes terrestres où la vie intervient, il n'y a rien au monde de plus beau, rien qui nous touche de si près, que les phénomènes solaires : c'est un des plus grands problèmes qui se posent aujourd'hui devant nous, et la nouvelle Société dont la fondation, provoquée par ce problème, vient de rappeler au monde savant que l'Italie a été le berceau des sciences expérimentales verra, j'en suis convaincu, ses efforts couronnés de succès. »

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés générales du déplacement d'une figure de forme variable.* Note de **M. H. Durrande**, présentée par M. Chasles.

« 1. Je suppose, comme je l'ai fait dans une première Note, présentée le 15 septembre 1871 (*), qu'une figure se déplace et se déforme de manière que les projections des vitesses des divers points soient des fonctions linéaires de leurs coordonnées; en désignant par X, Y, Z ces fonctions, on aura donc

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{X}, \quad \frac{dy}{dt} = \mathrm{Y}, \quad \frac{dz}{dt} = \mathrm{Z}.$$

Si nous désignons encore par $\lambda$, $\mu$, $\nu$ les cosinus des angles d'une certaine direction avec les axes, par $\varphi$ l'angle que la vitesse $v$ d'un point $(x, y, z)$ fait avec cette direction, on aura

$$(1) \qquad v\cos\varphi = \lambda \mathrm{X} + \mu \mathrm{Y} + \nu \mathrm{Z},$$

$$(2) \qquad v\sin\varphi = \sqrt{(\mu \mathrm{Z} - \nu \mathrm{Y})^2 + (\nu \mathrm{X} - \lambda \mathrm{Z})^2 + (\lambda \mathrm{Y} - \mu \mathrm{X})^2}.$$

La première de ces deux relations indique l'existence d'un plan ayant pour équation

$$(3) \qquad \lambda \mathrm{X} + \mu \mathrm{Y} + \nu \mathrm{Z} = 0,$$

et que j'appellerai le *plan conjugué* de la direction $(\lambda, \mu, \nu)$; ce plan est le *lieu des points de la figure dont les vitesses sont normales à cette direction.*

» De plus, la relation (1) a une signification d'une grande importance; si l'on remarque que le second membre de cette relation est proportionnel à la distance du point $(x, y, z)$ au plan conjugué, on en conclut:

(*) *Comptes rendus*, septembre 1871.

» Théorème I. — *Les vitesses de tous les points de la figure estimées dans une même direction sont proportionnelles aux distances de ces points au plan conjugué.*

» La relation (2) indique l'existence d'une droite

$$\frac{X}{\lambda} = \frac{Y}{\mu} + \frac{Z}{\nu}, \tag{4}$$

correspondant à une valeur nulle de $\varphi$, c'est-à-dire *lieu des points dont les vitesses totales sont parallèles à la direction* ($\lambda$, $\mu$, $\nu$).

» Je désignerai, comme M. Chasles l'a fait dans la *Théorie du déplacement d'une figure invariable* (*), par le nom de *foyer*, tout point d'un plan et, en général, d'une surface dont le déplacement est normal au plan ou sur la surface.

» Je ne trouve pas de nom plus convenable que celui de *droite adjointe* pour la droite représentée par les équations (4); cette droite n'est autre, en effet, que celle à laquelle M. Mannheim a donné le nom de *droite adjointe* au plan perpendiculaire à la direction ($\lambda$, $\mu$, $\nu$) (**).

» On a sans peine les théorèmes suivants :

» Théorème II. — *La droite adjointe à une direction est le lieu des foyers des plans perpendiculaires à cette direction.*

Théorème III. — *Le plan conjugué d'une direction est le lieu des caractéristiques des plans perpendiculaires à cette direction.*

» Ce sont des conséquences immédiates des définitions de la droite adjointe et du plan conjugué.

» De ce que le plan conjugué contient tous les points dont les vitesses sont normales à une même direction, il doit passer par le foyer d'un plan parallèle à cette direction, et par la droite adjointe à ce plan ; donc :

» Théorème IV. — *Le plan conjugué d'une direction est le lieu des foyers et des droites adjointes de tous les plans parallèles à cette direction.*

» Il suit de là une foule de conséquences faciles à prévoir; par exemple :

» Théorème V. — *Si une droite se meut dans un plan perpendiculaire à une direction, le plan conjugué tourne autour de la droite adjointe à cette direction.*

---

(*) *Comptes rendus*, 1843.

(**) *Déplacement d'une figure de forme invariable* (*Journal de l'École polytechnique*, 43e cahier, p. 68).

» 2. Si l'on divise membre à membre les relations (2) et (1), on en déduit l'équation :

$$(5)\quad (\mu Z - \nu Y)^2 + (\nu X - \lambda Z)^2 + (\lambda Y - \mu X)^2 - \operatorname{tang}^2\varphi\,(\lambda X + \mu Y + \nu Z)^2 = 0,$$

qui prouve que :

» Théorème VI. — *Le lieu des points de la figure, dont les vitesses sont également inclinées sur une direction donnée, est un cône du second degré.*

» De plus, on remarque facilement que :

» Théorème VII. — *Tous les cônes correspondant aux diverses valeurs de l'inclinaison de la vitesse sur la direction donnée sont tangents aux deux plans imaginaires conjugués passant par la droite adjointe, suivant deux droites situées dans le plan conjugué.*

» En d'autres termes : *Le plan conjugué de la direction donnée est le lieu des polaires conjuguées de la droite adjointe par rapport à tous les cônes.*

» D'où il suit que sur un plan :

» Théorème VIII. — *Le lieu des points du plan mobile dont les vitesses ou trajectoires sont également inclinées sur la normale au plan est une conique.*

» *De plus, le foyer du plan est le pôle de la caractéristique par rapport à toutes les coniques correspondant aux diverses inclinaisons.*

» En particulier, dans le cas d'une figure invariable, on voit sans peine que *le foyer cinématique et la caractéristique du plan mobile sont le foyer et la directrice communs à toutes les coniques, lieux des points de vitesse d'inclinaisons constantes.*

» Cette propriété, que je n'ai vue énoncée nulle part, me paraît justifier parfaitement l'expression si heureusement choisie de *foyer* pour désigner le point dont la vitesse est normale au plan mobile.

» 3. Revenons à la question du déplacement de la figure. Les trois plans représentés par les équations

$$X = 0,\quad Y = 0,\quad Z = 0,$$

sont conjugués aux trois directions des axes rectangulaires des coordonnées, et la droite adjointe relative à chacun d'eux est l'intersection des deux autres. Il est évident que le déplacement de la figure peut présenter des circonstances très-différentes, suivant que les trois plans conjugués des axes coordonnés se coupent en un point, ou suivant une même droite, ou enfin, comme dans le cas d'un corps solide invariable, sont parallèles à une même droite. Dans le premier cas, il y a dans la figure un point de

vitesse nulle pendant le temps $dt$; je donnerai à ce point le nom de *centre de vitesse;* dans le second, il y a une droite dont tous les points ont une vitesse nulle et que j'appellerai *axe de vitesse*, qu'il ne faut pas confondre avec un *axe de rotation*, car les points de la figure ne sont pas à des distances invariables de cet axe.

» On obtient, en remarquant la forme de l'équation d'un plan conjugué et celle des équations de la droite adjointe, quelques nouveaux théorèmes.

» I. La figure a un centre de vitesse :

» Théorème IX. — *Tous les plans conjugués à toutes les directions possibles, et toutes les droites adjointes correspondantes passent par le centre de vitesse.*

» II. La figure a un axe de vitesse :

» Théorème X. — *Tous les plans conjugués à toutes les directions possibles passent par l'axe de vitesse, toutes les droites adjointes se confondent avec lui.*

» III. La figure a un centre de vitesse à l'infini :

» Théorème XI. — *Tous les plans conjugués et toutes les droites adjointes sont parallèles à une même direction.*

» 4. Il est facile de remarquer que si X, Y, Z désignent des fonctions complètes du premier degré, elles renferment douze paramètres, ce qui exige pour leur détermination la connaissance des vitesses de quatre points en grandeur et en direction. Rien de plus facile que de déterminer géométriquement la nature et les éléments essentiels du déplacement. En effet, les quatre points donnés sont les sommets d'un tétraèdre; le plan conjugué de la direction normale à chacune des faces divise les arêtes du sommet opposé dans les rapports des vitesses estimées suivant cette direction normale. Les quatre plans ainsi déterminés feront connaître si le déplacement rentre dans l'un des types I, II, III du n° 3. De plus, les intersections de ces plans trois à trois donnent les droites adjointes relatives à chacune des faces (Th. V). On connaît donc, pour chacune des faces du tétraèdre, le foyer et la caractéristique (Th. II, III et IV), et, de plus, on a trouvé le centre de vitesse s'il y en a un, ou l'axe de vitesse, ou enfin la direction commune des plans conjugués.

» On prendra ensuite trois directions rectangulaires, et l'on déterminera, au moyen des vitesses des quatre points estimées suivant ces trois directions, trois plans conjugués à ces directions. Si, alors, on désigne par $k$, $k'$, $k''$ trois constantes, par $v$ la vitesse inconnue d'un point de la figure, par $\delta$, $\delta'$, $\delta''$ ses distances aux trois plans qu'on vient de déterminer, par $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ les

angles de $v$ avec les trois axes rectangulaires, on aura

$$v\cos\alpha = k\delta, \quad v\cos\beta = k'\delta', \quad v\cos\gamma = k''\delta''.$$

Et la vitesse du point est ainsi déterminée (Th. I). Réciproquement, connaissant une vitesse en grandeur et en direction, on pourra déterminer les points de la figure qui en sont doués. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Note sur le mouvement de l'eau dans les déversoirs; par* **M. Th. D'Estocquois.**

« Soit un liquide homogène. On peut trouver dans beaucoup de cas une fonction $\varphi$ dont les dérivées $\frac{d\varphi}{dx}$, $\frac{d\varphi}{dy}$, $\frac{d\varphi}{dz}$ représentent les composantes de la vitesse parallèles aux trois axes rectangulaires. L'équation de continuité prend alors la forme

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0.$$

» Si l'on pose $\varphi = \text{const.}$, on a les équations d'une série de surfaces normales aux filets liquides.

» Supposons qu'il n'y ait pas de mouvement dans le sens des $z$, l'équation de continuité deviendra

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} = 0;$$

cette équation serait satisfaite en posant

$$\varphi = B(y^2 - x^2),$$

B étant une constante. Les surfaces normales seraient des cylindres ayant pour traces dans le plan des $xy$ des hyperboles équilatères. Les filets liquides seraient aussi des hyperboles équilatères représentées par l'équation

$$xy = \text{const.}$$

» Supposons qu'un liquide pesant, après avoir coulé sur un plan horizontal, arrive à un plan incliné, puis tombe verticalement; le mouvement est permanent. Le plan des $xy$ est vertical et perpendiculaire au plan incliné. L'axe des $x$ est horizontal et tangent à la surface supérieure du liquide quand il est en terrain horizontal. L'axe des $y$ est vertical et dans le sens de la pesanteur. Faisons-le d'abord passer par le point le plus bas du plan incliné. Soient, pour les coordonnées de ce point, $x = 0$,

$y = h$, et pour le point le plus haut du plan incliné $x = \alpha$, $y = \beta$. Représentons les équations des filets liquides par

$$(x + a)y = m^2;$$

exprimons qu'un de ces filets passe par le point le plus haut et le point le plus bas du plan incliné. On aura, pour le point le plus bas, $ah = m^2$ ; pour le point le plus haut, $(\alpha + a)\beta = ah$; on en tire

$$a = \frac{\alpha\beta}{h - \beta}.$$

» Prenons maintenant pour axe des $y$ la ligne verticale menée dans le plan des $xy$ à une distance du point le plus bas du plan incliné égale à

$$a = \frac{\alpha\beta}{h - \beta};$$

la fonction $\varphi$ pourra être représentée par

$$\varphi = B(y^2 - x^2),$$

les équations des filets par

$$xy = n^2,$$

et l'un d'eux passera par le point le plus haut et le point le plus bas du plan incliné.

» Si maintenant la longueur du plan incliné devient infiniment petite, nous aurons un déversoir; mais $a$, abscisse du seuil du déversoir, ne pourra plus être déterminé de la même manière. L'expérience indique que la hauteur du liquide au-dessus du seuil est $0,72h$.

» Pour les filets superficiels du liquide, la pression est toujours la pression atmosphérique, de sorte que, pour le point $x = a$, $y = 0,28h$, on aura le carré de la vitesse

$$v^2 = 2g \times 0,28h.$$

Mais, en posant $\varphi = B(y^2 - x^2)$, on a

$$\frac{d\varphi}{dy} = 2By, \quad \frac{d\varphi}{dx} = -2Bx, \quad v^2 = 4B^2(x^2 + y^2);$$

on en tire

$$4B^2(a^2 + 0,28^2h^2) = 2g \times 0,28h.$$

Cette équation détermine B en fonction de $a$ et de quantités connues. La vitesse horizontale, pour $x = a$, est en valeur absolue $2Ba$.

» Soit $\lambda$ la largeur du déversoir, la dépense sera $0,72h\lambda \times 2Ba$. La dé-

pense d'un déversoir est représentée approximativement par $0,4 h\lambda \sqrt{2gh}$. En égalant ces deux expressions, on aurait une équation qui déterminerait $a$. »

PHYSIQUE. — *Sur la lumière émise par la vapeur d'iode*. Note de **M. G. Salet**, présentée par M. Wurtz.

« La vapeur d'iode offre, au point de vue optique, bon nombre de propriétés curieuses : en voici une que l'on ne me paraît pas avoir signalée jusqu'ici. Cette vapeur peut être chauffée *au rouge*, comme un solide ou un liquide, c'est-à-dire que, à une haute température, elle émet des radiations lumineuses peu réfrangibles, fournissant un spectre continu. L'expérience est facile à faire en chauffant la vapeur dans un tube de verre de Bohême; on peut la disposer de manière à faire voir que l'iode est lumineux à une température où le verre l'est à peine. Pour cela on place dans un tube de verre épais un petit cristal d'iode et l'on chauffe fortement le tube à une certaine distance du fragment : quand il est rouge sur une assez grande étendue, on le laisse refroidir jusqu'à ce qu'il ne soit presque plus visible dans l'obscurité, puis on volatilise l'iode rapidement. La vapeur colorée arrivant dans la section chauffée s'illumine en rouge d'une façon très-nette.

» S'il n'importe pas d'exclure la présence, entre la vapeur lumineuse et l'œil de l'observateur, d'une couche absorbante, on peut produire le phénomène de l'incandescence de la vapeur d'iode d'une façon brillante. On scelle dans l'intérieur d'un tube de verre de 8 millimètres de diamètre une fine spirale de platine que l'on peut porter au rouge blanc par le courant de la pile; puis on introduit de l'iode pur dans le tube et on scelle celui-ci après en avoir chassé l'air. Lorsqu'on veut faire l'expérience, on volatilise l'iode, puis on établit la communication électrique. Aussitôt la spirale incandescente s'entoure d'une flamme vacillante, dont la couleur est ici modifiée par l'absorption; elle est d'un rouge très-riche et fournit le spectre cannelé connu. Je pense qu'il y a à tirer de ces faits des conclusions intéressantes, mais il importe, avant de les publier, de les soumettre à de nouvelles vérifications expérimentales. »

CHIMIE. — *Sur la transformation des pyrophosphates en phosphates*. Note de **M. Prinvault**, présentée par M. Fremy.

« Les travaux de Graham et ceux de M. Fremy ont établi que la capacité de saturation des acides polybasiques peut varier sous l'influence de la

chaleur et des bases. C'est ainsi que, par l'action des alcalis, les pyrophosphates se changent en phosphates, les tartralates et les tartrélates en tartrates, les antimoniates en métaantimoniates, les métastannates en stannates. Cette Note a pour but de montrer que cette transformation peut se produire encore sous d'autres influences; elle contient les premières indications d'un travail d'ensemble que j'ai entrepris sur les variations d'atomicité des corps polybasiques. Mes expériences se sont d'abord appliquées aux pyrophosphates.

» 1° *Action de l'acide borique.* — Lorsqu'on fait agir, par voie de fusion, de l'acide borique sur le pyrophosphate de soude, on constate, en reprenant par l'eau le produit de la réaction, qu'il s'est formé du phosphate de soude ordinaire. Le pyrophosphate de soude a donc absorbé un équivalent d'eau de constitution, sous l'influence de l'acide borique.

» Il est difficile de se rendre compte analytiquement du rôle de l'acide borique, parce que l'eau et l'alcool détruisent la combinaison qui a dû se former par voie sèche. Forcé d'opérer synthétiquement, j'ai cherché quelle est la quantité d'acide borique capable de produire la transformation complète du pyrophosphate en phosphate. L'expérience a prouvé qu'un équivalent d'acide borique agit sur un équivalent de pyrophosphate. Donc la combinaison $PhO^5, 2NaO, BoO^3$, qui ne peut pas être caractérisée par l'analyse, est définie parce qu'elle correspond à l'action complète de l'acide borique sur le pyrophosphate.

» Il reste à résoudre cette question : Comment l'acide borique agit-il pour opérer la transformation ? Est-ce comme acide ou comme base ?

» S'il agit comme acide, il doit se porter sur la soude du pyrophosphate; mais, d'après Graham, le pyrophosphate se change en métaphosphate quand on lui enlève de la base; si l'acide borique agit comme un acide, son action devrait donner naissance à du métaphosphate. Comme il ne s'en forme pas, on peut admettre que l'acide borique ne s'est pas fixé sur l'alcali du pyrophosphate.

» Il n'agit pas non plus comme base; car il ne produit pas de phosphate de soude tribasique, et j'ai constaté que la plupart des acides métalliques agissent sur le pyrophosphate selon la formule suivante

$$3(PhO^5, 2NaO) + 3MO = PhO^5, 3MO + 2(PhO^5, 3NaO).$$

» Ces deux hypothèses exclues, il reste à penser qu'il se forme, dans cette réaction, un phosphoborate de soude, que l'eau décompose en acide borique et en phosphate ordinaire. Les faits suivants, qui se rapportent à l'acide sulfurique, paraissent confirmer cette manière de voir.

» 2° *Action de l'acide sulfurique.* — On sait que l'acide sulfurique transforme les pyrophosphates en phosphates, et l'on admet que, dans cette réaction, l'acide pyrophosphorique est d'abord mis en liberté, et qu'il est ensuite changé en acide phosphorique par l'action de l'eau.

» Pour vérifier l'exactitude de cette interprétation, j'ai mis l'acide sulfurique monohydraté en rapport avec les pyrophosphates alcalins, et l'opération a été conduite comme s'il s'agissait de préparer le bisulfate en partant d'un sulfate alcalin. Lorsque le dégagement des vapeurs sulfuriques a cessé, le produit de la réaction est dissous dans l'eau acidulée d'acide phosphorique; par l'évaporation, il se dépose, si l'on a agi sur le pyrophosphate de potasse, des paillettes brillantes d'un sel ternaire qui a pour formule $PhO^5, 2(SO^3, KO), HO + Aq$.

*Analyses.*

| | $PhO^5$. | $SO^3$. | KO. |
|---|---|---|---|
| Matière | gr 0,695 | gr 0,558 | gr 0,427 |
| Calculé | 0,187 | 0,169 | 0,152 |
| Trouvé | 0,195 | 0,163 | 0,146 |
| Matière | 0,638 | 0,206 | 0,995 |
| Calculé | 0,172 | 0,063 | 0,355 |
| Trouvé | 0,179 | 0,061 | 0,339 |

» La proportion d'acide phosphorique trouvé est un peu trop forte; cela tient à ce que le sel est obtenu dans une solution aqueuse de cet acide.

» Ce sel est aussi obtenu facilement en traitant le phosphate acide de potasse par l'acide sulfurique; cette méthode permet de produire le sel d'ammoniaque correspondant. La réaction semble être la suivante :

$$2(PhO^5, KO, 2HO) + 2(SO^3, HO) = \left\{ \begin{array}{l} PhO^5, 2(SO^3, KO), HO + 2HO \\ + PhO^5, 3HO. \end{array} \right.$$

» Le sel est inaltérable à l'air. La chaleur lui fait perdre 1 équivalent d'eau à 200 degrés; le second équivalent d'eau n'est chassé qu'à la température rouge, au moment où le sel se décompose en acide sulfurique et en pyrophosphate de potasse. A 200 degrés, la formule est donc $PhO^5, 2(SO^3, KO), HO$; c'est ce corps qui se forme par l'action directe de l'acide sulfurique sur le pyrophosphate de potasse; il absorbe 1 équivalent d'eau pour cristalliser. L'eau pure décompose le sel en produisant de l'acide phosphorique et du sulfate de potasse.

» L'acide qui correspondrait à ce sel a pour formule

$$PhO^5, 2(SO^3, HO), HO.$$

En traitant, sur cette indication, l'acide métaphosphorique par deux équivalents d'acide sulfurique, on obtient un liquide sirupeux, incristallisable, que l'eau décompose instantanément en acide phosphorique tribasique et en acide sulfurique. La liqueur n'est plus précipitée par l'albumine. Cette propriété indique que nous n'avons pas eu entre les mains un mélange, mais une véritable combinaison; elle montre l'existence d'un acide double, correspondant aux sels alcalins qui ont été décrits. Cet acide résulte de l'élimination de deux molécules d'eau sur les molécules de l'acide phosphorique et de l'acide sulfurique.

» La formule que nous adoptons pour l'acide et les sels a en vue leur décomposition par l'eau. Dans cette décomposition, l'acide phosphorique est régénéré, l'acide sulfurique ou le sulfate de potasse étant remplacé par un nombre équivalent de molécules d'eau.

» Quand l'acide pyrophosphorique d'un pyrophosphate se transforme en acide phosphorique sous l'influence de l'acide sulfurique, la cause de sa transformation est donc la production du phosphosulfate alcalin; sous l'influence de l'acide borique, il se forme un phosphoborate et la réaction s'achève de même.

» Je m'abstiens, quant à présent, de toute considération théorique, et je me borne à constater le passage du type pyrophosphate au type phosphate par l'intermédiaire de sels à acide double. J'aurai prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie une étude analogue sur les arséniates et sur les métaphosphates.

» Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Fremy. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du cuivre par le cyanure de potassium.* Note de **M. Yvon**, présentée par M. Bussy.

« Le *Compte rendu* de la séance du 22 avril mentionne un procédé de dosage de cuivre par le cyanure de potassium. M. de Lafollye donne comme nouvelle la réaction sur laquelle il s'appuie; or cette réaction a été publiée en 1859 (*Bulletin de l'Académie de Médecine* et *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e série, t. XXXV, p. 168), par M. Buignet, qui en a fait la base d'un procédé de dosage de l'acide cyanhydrique et des cyanures, et qui a indiqué en même temps la réaction inverse.

» Après avoir exposé l'action du cyanure alcalin sur le sel de cuivre, M. de Lafollye ajoute que « la présence d'un peu de fer ou de zinc dans » le sel de cuivre ne nuit pas à l'exactitude de l'opération. » C'est une as-

sertion qui se trouve contredite par l'expérience. Depuis quelques mois (janvier 1872), j'ai voulu, au laboratoire de l'École de Pharmacie, appliquer au dosage du cuivre la réaction indiquée par M. Buignet; et si je n'ai pas publié de suite mon procédé, c'est que je n'avais pu trouver encore un moyen d'écarter la fâcheuse influence du zinc.

» Voici le procédé auquel je me suis maintenant arrêté pour en tenir compte. Après avoir préparé une solution de cyanure, je la titre par rapport au cuivre et par rapport au zinc, au moyen de solutions au millième, faites en dissolvant 1 gramme de chacun de ces deux métaux dans l'acide azotique, et ajoutant un excès d'ammoniaque à chaque solution. Pour verser la liqueur normale de cyanure, je me sers d'une burette chlorométrique. Je cherche d'abord le nombre de divisions qu'il faut employer pour décolorer 50 centimètres cubes de solution cuivreuse pure : soit 80 divisions. Je mêle ensuite à cette solution cuivreuse pure, 5, 10, 15, 20,... centimètres cubes de solution de zinc. Le nombre de divisions exigées pour la décoloration est supérieur à 80; je note le chiffre qui représente l'excès, pour chaque cas particulier, et comme la proportionnalité se maintient, j'en déduis la quantité de zinc correspondant à une division de cyanure.

» Pour faire l'essai d'un alliage, du laiton par exemple, on en dissout 1 gramme dans l'acide azotique : on ajoute un excès d'ammoniaque, et l'on complète un litre de solution. On fait un premier dosage sur 50 centimètres cubes : soit 90 le nombre des divisions trouvées; elles représentent tout à la fois le cuivre et le zinc, et il faut faire la part de chacun des deux métaux. Pour cela, on prend encore 50 centimètres cubes de la liqueur, on l'acidule fortement par l'acide sulfurique, on la porte à l'ébullition et l'on y verse de l'hyposulfite de soude (1). Tout le cuivre est précipité à l'état de sulfure; après l'avoir recueilli sur un petit filtre et lavé, on le dissout dans l'acide azotique, on rend la solution ammoniacale et on la dose. Le nombre de divisions exigées est inférieur au précédent, et ne représente que le cuivre. Par différence, on connaît la quantité du zinc.

» Le travail que j'ai fait comprend les cas où il y a d'autres métaux dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque; je me réserve de le publier, ainsi que les précautions à prendre pour le dosage du cuivre et du zinc, tel que je viens de l'indiquer. »

---

(1) On peut encore employer le procédé de M. Rivot.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de la Diphénylamine*. Note de MM. Ch. Girard et G. de Laire, présentée par M. Wurtz.

(Commissaires : MM. Dumas, Wurtz, Cahours.)

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus*, le 18 mars 1872, nous avons émis des doutes sur l'exactitude de certains faits ou de l'interprétation de certains faits annoncés par MM. Dusart et Bardy, il y a quelques mois.

» Voici les faits en question :

» 1° Lorsqu'on fait réagir à une température élevée (280 à 300 degrés) de l'oxyphénylsulfite de sodium sur de l'aniline, on constate la production d'une certaine quantité de diphénylamine.

» MM. Dusart et Bardy pensent que la diphénylamine produite dans ces circonstances emprunte au moins un des résidus phényliques qu'elle contient au phénol de l'oxyphénylsulfite mis en réaction. Nous croyons erronée cette interprétation de la réaction ; nous pensons, au contraire, que la diphénylamine se forme exclusivement dans les conditions précitées, aux dépens de l'aniline mise en réaction.

» 2° MM. Dusart et Bardy disent avoir observé la formation du benzonitrile par l'action de l'oxyphénylsulfite de plomb ou de sodium sur le cyanure de potassium. Nous avons répété cette expérience et n'avons pu constater la production du benzonitrile.

» 3° MM. Dusart et Bardy annoncent qu'ils ont obtenu de la diphénylamine et de l'aniline, en faisant réagir du chlorure de phényle sur le chlorhydrate d'ammoniaque. Nous n'avons pu obtenir ce résultat.

» MM. Dusart et Bardy maintenant l'exactitude des faits annoncés par eux, nous prions l'Académie de vouloir bien nommer une Commission pour vérifier nos expériences, qui sont en contradiction complète avec celles de ces chimistes. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les organes reproducteurs de l'*Oria Armandi (*Clap. sp.*). Note de M. A.-F. Marion, présentée par M. Milne Edwards.

« Le mode d'apparition des éléments sexuels des Annélides polychètes n'est point encore exactement défini, même après les nombreuses observations d'Ehlers et de Claparède. Il serait impossible de condamner dès maintenant les descriptions publiées par les divers naturalistes. Les uns ont vu les ovules ou les spermatozoïdes naître dans un tissu adipeux isolé, d'autres

signalent des ovaires et des testicules en boyaux enroulés à la base des pieds, des grappes ovariennes entourées d'un lacis de vaisseaux ou groupées autour d'un axe vasculaire, plus rarement de véritables poches ovariques, munies d'une membrane d'enveloppe distincte. L'*Oria Armandi* possède des organes reproducteurs de ce genre, rappelant les ovaires des *Enchytræus* et de quelques *Tubifex*, flottant dans le liquide périviscéral. Claparède, en décrivant cette curieuse annélide, n'observa cependant que des individus très-adultes, chez lesquels les ovules et les spermatozoïdes étaient libres dans la cavité générale du corps. L'étude du naturaliste suisse présente de même, relativement à l'appareil circulatoire, quelques doutes que je puis dissiper en peu de mots. Il existe autour de la région inférieure de l'intestin, dans les six derniers anneaux, une gaîne vasculaire entourant complétement le tube digestif, tandis que l'on remarque en avant divers vaisseaux mieux appréciables, un vaisseau ventral et deux vaisseaux latéraux. De ces deux vaisseaux latéraux se détachent, dans la partie antérieure de chaque anneau, deux anses transverses qui viennent aboutir au vaisseau ventral, après avoir donné naissance à un tube appendiculaire longitudinal, très-contractile, et se terminant en cœcum vers la portion inférieure de l'anneau. Ces anses transverses existent même dans la région où l'intestin est entouré d'une véritable gaîne vasculaire, mais elles y sont dépourvues de cœcums contractiles. Cet appareil, plein d'un liquide d'une belle coloration verte, présente donc une assez grande ressemblance avec celui de l'*Amphiglena mediterranea*.

» Dès les premiers jours du mois de mars, les individus mâles possèdent dans la cavité générale du corps des amas de spermatozoïdes portant une tête en bâtonnet, et longs de $0^{mm},05$. Mais si l'on étudie des individus du même sexe durant le mois de janvier, on découvre dans chaque anneau, des deux côtés de l'intestin, une vésicule hyaline sans relation avec les parois du corps et embrassée par l'anse vasculaire transverse. Ces vésicules, véritables testicules isolés, présentent une membrane d'enveloppe sans structure appréciable, large de $0^{mm},003$, et leurs dimensions varient suivant le rang des anneaux que l'on considère. Les unes contiennent des zoospermes entièrement développés et déjà mobiles, les autres renferment, avec quelques amas de filaments spermatiques, les corps framboisés représentant les cellules d'évolution de ces éléments sexuels.

» La production des ovules semble bien plus lente. On trouve en décembre, dans les jeunes femelles, des vésicules ovariennes ne différant en rien, quant à leur forme et à leur disposition, des vésicules sexuelles des in-

dividus mâles. Ces poches contiennent de nombreux noyaux hyalins qui apparaissent bientôt enveloppés d'une membrane vitelline. Ces ovules primitifs s'organisent tandis que des amas de gouttelettes adipeuses se multiplient dans l'ovaire, constituant bientôt une sorte de corps cellulaire producteur des éléments vitellins, absorbés peu à peu par le *protoplasma* des ovules. Cette formation autonome du *deutoplasma* mérite d'être signalée, car bien des faits observés par Claparède se rapportent peut-être au même phénomène. Les œufs s'accroissent rapidement, mais d'une manière un peu inégale. Quelques ovules demeurent atrophiés et dépourvus de granules vitellins; les autres contiennent au contraire un vitellus très-opaque, parsemé de globules sphériques de nature adipeuse. Vers le mois de juin, la membrane d'enveloppe des vésicules ovariennes se détruit et les œufs flottent alors librement dans la cavité générale. Les plus grands atteignent $0^{mm},233$ de diamètre, tandis que les ovules avortés ont à peine $0^{mm},023$.

» J'ai pu constater des phénomènes analogues et une disposition anatomique semblable chez une autre annélide nouvelle du groupe des Maldaniens. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la nature du globule sanguin, d'après une Note de MM.* Béchamp *et* Estor. Note de **M. S. Arloing**, présentée par M. Bouley.

« Pendant l'année 1869, MM. Béchamp et Estor annoncèrent à l'Académie que, d'après leurs recherches, les granulations hépathiques et celles dont la fibrine du sang est constituée se comportent comme de petits ferments qu'ils appellent, pour cette raison, des *microzymas*. Plus tard (1), ils voulurent démontrer que les globules du sang des mammifères ne sont pas de petites masses homogènes, mais « des amas de granulations molécu- » laires, de microzymas agglutinés ». Ces expérimentateurs reçoivent du sang dans de l'alcool à 45 degrés centésimaux; la liqueur reste d'abord transparente, mais bientôt il vient s'y former un dépôt de granulations moléculaires mobiles. « On peut, disent MM. Béchamp et Estor, élever en » quelque sorte ces granulations et *assister à leur rapide prolifération.* » Par des filtrations successives, on retient le dépôt au fur et à mesure qu'il se forme; celui-ci se reproduit toujours, surtout à la température de 25 à 35 degrés, « jusqu'à ce que, le *liquide étant complétement décoloré, les maté- » riaux de nutrition fassent défaut* ». Pour eux encore, les microzymas des

(1) *Comptes rendus*, 7 février 1870.

globules peuvent se souder en chapelet, évoluer en bactéries, bactéridies, dans l'empois créosoté, et agir sur cette substance à la manière des ferments. Enfin, ils ont vu apparaître, dans des mélanges en expérience, des cellules petites, pâles, fort analogues aux leucocytes, d'où ils concluent que « *ces microzymas, jadis contenus dans des cellules, sont aptes à les reproduire* ».

» Nous avons entrepris des recherches sur la partie morphologique des phénomènes indiqués ci-dessus, et nous les avons constatés presque tous; mais nous les interprétons autrement que leurs auteurs.

» *A.* Mélangeant, dans des éprouvettes, des globules à peu près isolés des autres éléments du sang à de l'alcool à 45 degrés centésimaux, nous avons toujours vu se former le dépôt ocreux signalé par MM. Béchamp et Estor; nous avons même mesuré que son volume était dix fois environ celui des globules employés. Malgré l'abondance relative de ce dépôt, nous ne croyons pas à une prolifération, c'est-à-dire à la présence d'un phénomène vital.

» 1° En effet, l'idée de prolifération entraîne celle d'augmentation de volume et de poids. Or, dans les éprouvettes contenant un mélange de sang et d'alcool étendu, le niveau supérieur ne change pas, pendant et après l'expérience, pourvu que l'on évite l'évaporation. De plus, argument d'une bien plus grande valeur, il n'y a pas de différence sensible entre le poids des globules desséchés mis en expérience et celui du dépôt fourni par une quantité égale de globules après leur apparente prolifération, dépôt recueilli et desséché dans les mêmes conditions.

» 2° En outre, une prolifération est un phénomène qui demande un certain temps pour s'accomplir. C'est ainsi que l'entendent MM. Béchamp et Estor, car ils citent dans leur Note des expériences qui durèrent trente-six heures et même davantage. Pourtant, dans le cas présent, on peut obtenir très-promptement le degré ultime des modifications du globule, en portant avec rapidité la masse des mélanges à 30 ou 35 degrés. On l'atteint même *instantanément* en déterminant la quantité d'alcool et d'eau qu'il faut associer pour avoir de l'alcool à 45 degrés centésimaux, et en faisant agir successivement sur les globules l'eau et l'alcool préalablement portés à 30 degrés. Aussitôt que l'alcool est ajouté au mélange, le dépôt est formé et la liqueur décolorée.

» En présence de ces résultats, nous pensons qu'il s'agit là d'un phénomène purement chimique. Voici comment nous le comprenons : l'eau

appelle par exosmose l'hématoglobuline des cellules sanguines, et celle-ci, arrivée au contact de l'alcool, qui est un de ses coagulants, est précipitée sous la forme de granulations. Si notre hypothèse est vraisemblable, tout autre coagulant de l'hématoglobuline devra produire des résultats identiques. Dans cet ordre d'idées, nous avons essayé la solution d'acide tannique. En versant de cet acide dans un mélange de globules et d'eau tiède, nous avons obtenu un dépôt semblable à celui que fournit l'alcool, à la coloration près.

» D'après cela, si l'accroissement du dépôt cesse lorsque le liquide est complétement décoloré, au lieu que ce soit par la disparition des matériaux nutritifs, ce serait simplement parce qu'il n'y a plus d'hématoglobuline à précipiter.

» *B.* Nous nous éloignons encore de MM. Béchamp et Estor sur les caractères microscopiques du dépôt. Les granulations qui en forment une grande partie s'accolent tantôt en chapelets, tantôt irrégulièrement; mais nous n'avons jamais cru y voir de véritables bactéries. M. le professeur Joly, qui a bien voulu examiner nos liquides, partage cette opinion. Dès le commencement des expériences avec l'alcool étendu, nous avons toujours trouvé, mélangées aux granulations, les cellules incolores plus petites que des leucocytes, que MM. Béchamp et Estor disent avoir vus naître seulement après quelques jours. Ces cellules sont les restes des globules sanguins qui de discoïdes sont devenus sphériques et ont perdu leur hématoglobuline mitigée de l'eau et de l'alcool.

» Il nous est donc impossible d'admettre que les granulations soient aptes à reproduire des cellules, puisque celles-ci existent à tous les instants de l'expérience. D'ailleurs, si l'on prend soin de détruire complétement le globule sanguin en prolongeant l'action de l'eau tiède et en ajoutant ensuite l'alcool, le dépôt n'offre plus que des granulations, et, quel que soit le temps pendant lequel on conserve le mélange, on n'y voit pas apparaître de quasi-leucocytes.

» Quant aux petites masses étoilées qui ont été prises pour des cellules en formation, elles sont constituées par des granulations accolées à la surface d'un reste de globule.

» *C.* Si les globules sanguins étaient de simples agrégats de granulations, ils devraient être absolument détruits lorsque, étant désagrégées, les granulations ont apparu dans les liquides alcoolisés; or ces globules persistent en changeant d'aspect. Il faut donc croire à l'existence d'une membrane d'enveloppe à travers laquelle a transsudé l'hématoglobuline, mem-

brane admise par quelques hématologistes, niée par d'autres. On ne saurait objecter que cette apparence de membrane fût due à l'action du réactif sur la substance du globule; car, si la partie superficielle du globule eût été coagulée, l'hématoglobuline n'aurait pu gagner le véhicule, ainsi qu'on l'observe au contact de l'alcool concentré.

» Nous croyons donc pouvoir conclure :

» 1° Que les globules des mammifères sont de petites masses homogènes munies d'une enveloppe;

» 2° Que, plongés dans l'alcool étendu, ils perdent leur hématoglobuline par exosmose, et que celle-ci, devenue libre, est précipitée sous la forme de granulations associées aux restes des globules qui les ont fournies;

» 3° Que les granulations ainsi obtenues sont incapables d'engendrer des cellules, quel que soit le temps qu'on les conserve en expérience dans l'alcool à 45 degrés centésimaux. »

ANATOMIE. — *Recherches anatomiques sur les courbures normales du rachis chez l'homme et chez les animaux; courbures antéro-postérieures normales chez l'homme.* Note de **M. P. Bouland**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les recherches anatomiques sur lesquelles repose ce travail, et qui ont pour objet l'étude de chacune des courbures antéro-postérieures normales au double point de vue de la forme et de la constitution organique, peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

» 1° Contrairement à l'opinion généralement admise, la colonne vertébrale (indemne de toute trace de rachitisme) présente à l'époque de la naissance :

» *A*. Une courbure *cervicale* à convexité antérieure dont la corde est en moyenne de 42 millimètres et la flèche de $2^{mm},5$;

» *B*. Une courbure dorsale à concavité antérieure formée par les dix ou onze premières vertèbres dorsales, ayant une corde de $78^{mm},5$ et une flèche de $4^{mm},25$;

» *C*. Enfin quelquefois une courbure lombaire à convexité antérieure qui fait le plus souvent défaut (1).

---

(1) Pour se rendre bien compte de ces faits, il faut, à l'exemple de G. et E. Weber, immobiliser la colonne vertébrale dans du plâtre à mouler, et faire ensuite une coupe verticale antéro-postérieure qui divise en même temps le bloc de plâtre et le rachis.

» 2° Ces courbures ne sont appréciables que sur la colonne antérieure, c'est-à-dire celle qui est formée par les corps vertébraux, la colonne apophysaire étant complétement droite dans la position horizontale.

» 3° Les ligaments périphériques et les ligaments jaunes ne contribuent en rien à la formation de ces courbures, qui persistent au même degré dans la position horizontale, quoique les ligaments aient été divisés.

» 4° Chez le nouveau né, la courbure cervicale est due tantôt aux cartilages d'ossification des corps vertébraux, qui présentent plus d'épaisseur en avant qu'en arrière, les noyaux osseux de forme ovoïde et légèrement aplatis ayant dans ce cas les deux faces à peu près d'égale hauteur; tantôt, au contraire, elle résulte de l'inégalité des noyaux osseux, qui ont alors plus de hauteur en avant, les cartilages étant presque d'égale épaisseur. Le rôle des fibro-cartilages invertébraux n'est pas encore bien déterminé à cet âge.

» C'est à partir de la seconde année que l'importance de ces ligaments s'accuse de plus en plus, de telle sorte que, vers quatre ou cinq ans, la courbure cervicale résulte à peu près exclusivement de l'inégalité de leur hauteur, ainsi qu'on l'observe du reste chez l'adulte.

» 5° La courbure dorsale, à la naissance, comprend en général les dix ou onze premières vertèbres dorsales, et les dix premiers disques intervertébraux; la corde a $78^{mm},5$, et la flèche $4^{mm},25$ en moyenne. Tous les noyaux osseux de ces vertèbres sont régulièrement moins hauts en avant qu'en arrière; il en est de même des fibro-cartilages interarticulaires, mais le cartilage d'ossification situé au-dessus et au-dessous des noyaux osseux est tantôt plus épais, tantôt plus mince en avant qu'en arrière. Cela prouve que la *marche de l'ossification n'est pas réglée par la forme primitive du cartilage dans lequel elle se développe;* ensuite que la courbure dorsale appartient au système rachidien lui-même, puisqu'elle se manifeste au fur et à mesure que l'évolution organique de celui-ci s'accomplit.

» Cette courbure se maintient à peu près avec les mêmes traits pendant les quatre ou cinq premières années. Vers cette époque, la forme en coin des vertèbres est des plus prononcées; la corde a $166^{mm},5$, et la flèche 5 millimètres en moyenne. Les épiphyses cartilagineuses et les disques intervertébraux présentent bien encore des irrégularités; mais elles sont trop faibles pour neutraliser les effets de l'ossification qui s'est montrée dès l'origine avec le caractère que l'on trouve chez l'adulte.

» 6° La courbure lombaire fait le plus souvent défaut à la naissance; lorsqu'elle existe, elle résulte ordinairement de l'épaisseur des fibro-cartilages. La forme des corps vertébraux (noyaux et cartilages) y contribue

rarement. C'est vers l'âge de deux ans et demi à trois ans que la courbure lombaire commence à devenir plus constante ; la corde mesure, en moyenne, 91 millimètres, et la flèche $4^{mm}$, 5, mais la constitution anatomique est encore très-variable ; cependant on peut considérer l'inégalité de hauteur des ligaments interosseux comme un fait à peu près constant. A l'âge de quatre ans et demi à cinq ans, l'inflexion lombaire existe toujours; elle résulte, comme chez l'adulte, exclusivement de la forme des fibro-cartilages; la corde est en moyenne de 99 millimètres, et la flèche de 4 millimètres.

» *En résumé*, les courbures cervicale et dorsale que présente la colonne vertébrale chez l'homme existent à la naissance; elles résultent de l'organisation même, et non de l'action combinée de différentes causes se rattachant à la station bipède; en cela, le rachis humain, ainsi que je le démontrerai dans un second Mémoire, paraît obéir aux mêmes lois que celui des animaux chez lesquels on retrouve les courbures que je viens d'étudier, mais il s'en écarte quant à la courbure lombaire, qui ne devient constante que lorsque l'enfant a déjà commencé à marcher. »

PATHOLOGIE. — *Névropathie cérébro-cardiaque.* Note de **M. Krishaber**, présentée par M. Claude Bernard.

« J'ai recueilli un grand nombre d'observations d'une maladie nerveuse non décrite et qui affecte un type invariable. Quatre groupes de symptômes constants la caractérisent; ce sont : 1° des troubles des sens; 2° des troubles de la locomotion; 3° des troubles de la circulation; 4° des symptômes secondaires.

» Aux troubles sensoriels se rattachent des conceptions fausses ou perverties, pouvant mener à un état qui ressemble beaucoup à l'ivresse alcoolique, mais qui n'est jamais le délire réel, le malade gardant toujours la faculté de corriger par le raisonnement les illusions qu'il subit. Il y a en même temps une extrême hyperesthésie de tous les sens et des névralgies multiples et intenses.

» Les troubles de la locomotion consistent le plus souvent dans l'abolition du sentiment d'équilibre, causée par du vertige et des étourdissements; mais quelquefois il survient de la paraplégie jusqu'à complète résolution des membres; d'autres fois, il n'y a que de la parésie frappant presque tous les muscles du corps. Il y a parfois des impulsions involontaires, et le malade marche contre son gré dans des directions déterminées. Ces divers troubles se succèdent quelquefois sur le même malade dans le cours de l'affection.

» Les troubles de la circulation consistent en une irritabilité du système vasculaire telle, que le moindre déplacement provoque une accélération du pouls de 20, 30 et même 40 pulsations. Il y a, en outre, de fréquentes et violentes palpitations; elles sont spontanées ou provoquées par les causes les plus insignifiantes. En dehors de ces moments de contraction désordonnée du cœur, le pouls radial est petit, le plus souvent lent et dépressible. Pendant la période la plus intense de la maladie, il y a des lipothymies très-fréquentes; quelquefois même syncope avec perte complète de connaissance.

» A ces troubles, s'ajoutent constamment une sensation d'angoisse précordiale allant parfois jusqu'à la douleur la plus vive, et affectant alors la forme de l'angine de poitrine.

» L'invasion de la maladie est brusque; c'est une véritable sidération du système nerveux, dont le mode d'apparition est instantané. La durée varie entre deux et quatre ans; quelquefois pourtant elle est beaucoup plus longue. J'ai recueilli un seul fait aigu à marche très-rapide. La terminaison ordinaire est la guérison.

» Quelquefois cette affection se présente avec une prédominance très-marquée d'un seul des principaux symptômes, mais il est toujours possible, en s'enquérant des symptômes concomitants, de reconnaître le type caractéristique.

Elle affecte deux formes : l'une grave, l'autre légère. Un critérium invariable les distingue : c'est le sommeil du malade. Dans la forme grave, les nuits sont extrêmement agitées par des insomnies, des cauchemars, des hallucinations et une grande surexcitation cérébrale (toujours sans délire); dans la forme légère, les malades dorment à peu près normalement. Entre ces deux formes extrêmes, il y a des états intermédiaires et des phases de rapprochement; c'est toujours la même affection, mais elle apparaît avec des degrés d'intensité très-divers. »

GÉOLOGIE. — *Note sur le terrain de sable granitique et d'argile à silex;* *par* MM. **Potier** et **Douvillé**.

« M. de Sénarmont, dans sa *Description géologique du département de Seine-et-Oise*, et M. Passy, dans sa *Carte géologique de l'Eure*, ont signalé, principalement entre la Seine et l'Eure, des sables grossiers micacés, bariolés parfois des couleurs les plus vives, et mélangés d'une manière irrégulière à des argiles vertes, blanches et rouges. Ces sables se lient à des argiles rouges et brunes empâtant tantôt des silex, tantôt des meulières, et contiennent souvent eux-mêmes des fragments de ces roches. Le tout constitue le terrain

de sable granitique et d'argile à silex des auteurs de la Carte géologique de France.

Appelés dans ces régions par le service de la Carte géologique détaillée, nous avons dû étudier de plus près ce terrain singulier et chercher à en fixer l'âge et l'origine. Des faits que nous avons l'honneur d'exposer à l'Académie, il résulte que ce terrain ne fait pas partie de la série sédimentaire, mais qu'il est d'origine éruptive, que son arrivée au jour a été accompagnée de mouvements violents de l'écorce terrestre dans toute cette région, si peu accidentée et en apparence si monotone au point de vue géologique. L'éruption, ou plutôt l'injection de ces sables, est certainement postérieure au dépôt du calcaire de Beauce; pour nous, elle a succédé immédiatement à son émersion ou l'a accompagnée.

» Lorsqu'on cherche à délimiter les affleurements des sables, on les voit constituer de longues bandes étroites; les carrières où on les exploite s'alignent suivant un petit nombre de directions, dont la plus importante est D = 140° (1). Ces exploitations montrent que les conditions de gisement de ces roches sont tout à fait différentes de celles des assises tertiaires. Les sables, épanchés et remaniés sur la plaine, s'y montrent avec leurs caractères véritables; ils ne présentent aucun signe de stratification; nulle part on ne voit de traces de l'action d'eaux tranquilles ou agitées : dans leur ensemble, leur aspect est celui d'une masse de granite en décomposition.

» Les sables ne sont jamais purs, mais intimement mélangés d'argile (kaolin) qui les rend doux au toucher; ils contiennent des silex à contours arrondis, et altérés souvent sur une épaisseur de plusieurs centimètres, des fragments de meulières et d'autres roches inconnues dans les environs (2).

(1) Les directions sont comptées de 0 à 180 degrés à partir du méridien vrai dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre; D = 140° est la même chose que N. 40° O., S. 40° E.

(2) Deux analyses, faites au bureau d'essai de l'École des Mines, ont donné :

| | Sable rosé d'Houlbec. | Sable verdâtre de Blaru. |
|---|---|---|
| Silice | 92,00 | 92,33 |
| Alumine | 2,33 | 2,67 |
| Peroxyde de fer | 1,00 | 1,00 |
| Chaux | 0,33 | 0,67 |
| Potasse | 1,40 | 1,34 |
| Soude | 1,13 | 0,96 |
| Perte au feu | 1,00 | 1,00 |
| Total | 99,19 | 99,97 |

La proportion des alcalis est des plus remarquables.

» Les argiles sont assez abondantes en plusieurs points pour être exploitées; elles ne sont pas non plus en couches horizontales, mais en filets inclinés ou verticaux, contournés et pour ainsi dire laminés, ou bien en paquets distribués sans ordre apparent.

» Les exploitations mettent souvent à nu le contact des sables et de la roche encaissante; lorsque celle-ci est la craie, les sables en sont séparés par une salbande d'argile empâtant des silex et identiques avec celle qui couvre la plaine entre Évreux et l'Eure, et, en général, toute la Normandie. La roche encaissante n'est pas toujours la même des deux côtés des bandes d'affleurement des sables. Ainsi, depuis la tranchée du chemin de fer de l'Ouest, au-dessus d'Apremont près Rosny, jusqu'au nord de Saint-Illiers-la-Ville, suivant une ligne droite dirigée D = 108 degrés, et de ce dernier point aux environs de Vernon, suivant une autre ligne dirigée D = 158 degrés, la craie occupe tout le côté nord-est jusqu'à la Seine, et au sud et à l'ouest on trouve les différentes assises tertiaires, y compris les sables de Fontainebleau; dans le voisinage de ces lignes, à Rue-de-Normandie, par exemple, dans le ravin de Blaru, à Courcaille, les assises tertiaires sont disloquées ou inclinées fortement.

» Les sables ont donc rempli en ces points deux fentes accompagnées d'une notable dénivellation; il n'en est pas toujours ainsi : entre l'Eure et la Seine on peut compter au moins cinq bandes parallèles à la direction D = 140° que nous avons signalée comme la plus importante, sur plusieurs kilomètres de longueur, et qui ne sont pas accompagnées de rejet sensible. (Il est à remarquer que cette direction est celle de l'Eure et de la Seine en cette région.)

» Tous les terrains tertiaires du bassin parisien ont été atteints par les mouvements qui ont amené les dénivellations dont nous venons de parler; le calcaire de Beauce, qui est le dernier terrain normal du bassin, y a participé; on en voit la preuve dans les environs de Chaudfour et à la Cailleterie près Rouvray, où des lambeaux de ce terrain se voient au contact des sables.

» On retrouve ces sables vers le nord-ouest, dans les environs de Rouen et de Louviers, toujours dans les mêmes conditions, et en relation avec les accidents stratigraphiques qui affectent la craie dans cette région. Au nord de la Seine une longue bande s'étend du Château-des-Saulxeuses (au nord-ouest de Mantes) au delà de Panilleuse; nous ne pouvons fixer leur limite dans cette direction vers le sud; on est porté à les rapprocher des sables granitiques que contiennent en plusieurs points les argiles superposées aux

meulières d'Épernon et des bords de la Voise, et des dépôts de sables grossiers et d'argiles (Prasville près Chartres, environs d'Étampes, de Loigny), qui se lient aux sables de la forêt d'Orléans. Tout récemment, M. Michel Lévy a retrouvé dans les environs de Maisse les sables et argiles de l'Eure au milieu du calcaire de Beauce disloqué.

» Le *bief* de Picardie contient aussi en quelques points, par exemple dans les environs de Laires (Pas-de-Calais), des sables identiques, avec galets de silex entièrement transformés en silice. On est ainsi conduit à attribuer au bief, aux argiles à meulières et à ces sables une origine commune, et à la chercher dans les mouvements qui ont accompagné l'émersion du calcaire de Beauce et les phénomènes éruptifs de cette époque. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la vallée de la Vezère*. Note de **M. F. Hément**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait.)

« La vallée de la Vezère n'est pas seulement pittoresque et riante, elle est particulièrement intéressante par ce fait qu'elle paraît avoir été habitée sans discontinuité, depuis les temps préhistoriques jusqu'à nos jours. Aucun accident géologique ne semble avoir troublé les habitants de cette partie de la contrée. Les débris de toute nature, répondant aux divers âges, se sont accumulés et en quelque sorte superposés, comme des stratifications ou plutôt comme les divers feuillets d'un même livre. Les constructions récentes ont pour fondations les restes d'anciennes habitations, et les grottes creusées dans le roc, à des hauteurs aujourd'hui presque inaccessibles, montrent leurs ouvertures béantes bien au-dessus des toitures des maisons actuelles.

» Dans cette vallée paisible, le fleuve humain n'a point été interrompu dans son cours, et son histoire est visiblement racontée par les débris laissés sur ses rives. On s'explique ainsi comment le squelette de M. Massenat a été trouvé en fouillant le sol au-dessous des habitations actuelles de Laugerie-Basse. Là, comme à la grotte des Eyries, le sol est pour ainsi dire composé de débris d'os et d'ustensiles. Que ceux qui ont conservé encore quelques doutes sur la réalité de l'âge de pierre aillent, comme nous, porter la pioche dans le sol et remuer à la pelle les silex et les ossements.

» Le squelette trouvé par M. Massenat était dans la position ordinairement donnée aux cadavres dans les sépultures anciennes. Quoi qu'en dise M. Massenat, ou plutôt précisément par ce qu'il dit, on voit qu'il s'agit ici

d'une sépulture. M. Massenat dit en effet « que le squelette était allongé » sur le côté et tout à fait accroupi; la main gauche sous le pariétal gauche, » la droite sur le cou; les coudes touchant à peu près les genoux, un pied » rapproché du bassin. Les os étaient presque en place; il y avait eu à » peine un léger tassement des terres; mais la colonne vertébrale était » écrasée par l'angle d'un gros bloc, et le bassin était brisé. »

» On conviendra que cette disposition s'accorde peu avec l'hypothèse émise par M. Massenat de la mort résultant d'un éboulement. Il est probable, au contraire, que la grotte s'est lentement remplie comme par une sorte d'éboulement faible, mais continu, qui s'est effectué à travers les siècles. C'est aussi l'opinion de M. Alain-Lagane.

» Les éboulements ne sont pourtant pas rares : au pied des rochers qui encadrent la vallée, se trouvent d'énormes blocs dont l'origine n'est pas douteuse. La pluie, le vent, l'hétérogénéité des roches contribuent à la désagrégation de ces roches, et, par suite, aux écroulements. Évidemment, M. Massenat ne veut pas parler de semblables phénomènes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'ozone atmosphérique.* Extrait d'une Lettre de **M. L. Palmieri** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

» Dans la séance du 11 mars dernier, vous avez présenté à l'Académie des Sciences une importante Communication de M. Houzeau sur l'ozone atmosphérique. Je pense, comme l'auteur, que l'ozone de l'air peut provenir de l'électricité atmosphérique, et que le papier d'amidon ioduré peut être considéré comme un électromètre chimique. J'ai voulu constater, au moyen de mon électromètre bifilaire *à conducteur mobile*, que vous avez vu à l'Observatoire du Vésuve, et qui est maintenant employé dans plusieurs observatoires d'Italie, au petit Saint-Bernard, à Vienne et à Saint-Pétersbourg, s'il existait quelque relation entre les tensions électriques de l'air et l'ozone mesuré au moyen des papiers ozonoscopiques; ce qui permettrait de substituer les indications d'un instrument exact aux grossières approximations données par ces papiers.

» La difficulté était d'éviter la variation dans la vitesse de l'air mis en contact avec le papier, M. Houzeau et d'autres physiciens ayant déjà remarqué que la coloration est d'autant plus vive que cet air est plus agité. Pour cela, j'ai fait construire un grand aspirateur pouvant faire passer sur les papiers une quantité d'air avec une vitesse connue : 15 litres par heure; mais les papiers ordinaires, après vingt-quatre heures, ne se coloraient pas :

les plus sensibles prenaient seulement une teinte très-faible. Ce fait, en apparence inexplicable, est certain. Le passage de l'air dans un tube de verre lui enlèverait donc, en très-grande partie, la propriété de colorer les papiers ozonoscopiques. Je vais chercher un autre moyen de comparer les indications ozonométriques avec celles de mon électromètre. »

Après cette lecture, **M. Ch. Sainte-Claire Deville** fait observer que le fait reconnu par M. Palmieri s'accorde parfaitement avec l'expérience de M. Houzeau, qui montre que l'*ozone pur* se détruit en partie lorsqu'il a traversé un long tube de verre. M. Houzeau attribue ce fait à l'action du frottement contre les parois du tube.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales*. Lettre de **M. Donati** à M. Delaunay.

« L'*extrait* qu'on a fait de la seconde partie de ma lettre, insérée au *Compte rendu* du 22 avril, ne rend pas ma pensée.

» Je n'ai pas l'intention de prolonger devant l'Académie une question inutile; mais je crois devoir faire remarquer que M. Diamilla-Muller, dans ses Mémoires de 1854, après avoir dit que les déclinaisons des aiguilles aimantées ont une analogie régulière avec la température, y dit des aurores boréales ce qui suit, et *seulement* ce qui suit :

« Un des phénomènes les plus importants, et peut-être le premier qui détruit l'analogie des variations diurnes de la déclinaison magnétique et de la température, c'est l'apparition d'une aurore boréale. Dès l'année 1819, M. Arago avait découvert que l'aurore boréale avait une très-grande influence sur les mouvements de l'aiguille aimantée; et bien que les résultats obtenus des observations de ce savant aient été contestés par plusieurs physiciens, aujourd'hui on a vérifié l'exactitude de cette influence, même lorsque le phénomène est invisible au lieu de l'observation. Ainsi donc, si la marche régulière de l'aiguille aimantée est arrêtée par une aurore boréale, on doit apercevoir en même temps une interruption entre l'analogie de la déclinaison et de la température, et, par conséquent, l'interruption d'analogie pourra faire connaître souvent l'existence de ce phénomène extraordinaire. »

» De cette citation *complète* je ne tirerai aucune conclusion; elle ne pourrait être que trop sévère. Je me borne donc à poser une simple question. Est-ce qu'il y a vraiment dans ce passage quelque chose qui puisse, même de loin, toucher à une explication quelconque des aurores boréales?

» Dans le peu que M. Diamilla dit sur la cause des aurores boréales, à la fin de sa Note insérée au *Compte rendu* du 19 février, je n'ai pas réussi à trouver quoi que ce soit qui ne fût déjà connu d'après les beaux travaux de M. de la Rive.

» Je conviens parfaitement, avec M. Tarry, que de Mairan avait déjà attribué aux aurores boréales une origine cosmique. Qui pourrait ignorer l'ouvrage vraiment classique de de Mairan sur les aurores boréales? Quant à Cassini, il parle des aurores boréales seulement pour dire qu'elles n'ont aucun rapport avec la lumière zodiacale. Je ne puis pas convenir avec M. Tarry que, si l'on fait remonter les aurores boréales à une origine cosmique, on ne peut faire que revenir aux idées des Cassini et des de Mairan. »

GÉOLOGIE. — *Envoi de deux photographies représentant l'éruption actuelle du Vésuve.* Extrait d'une Lettre de **M. Tell-Meuricoffre** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

Naples, 2 mai 1872.

» Je ne sais si les récits qui vous sont parvenus de l'éruption que nous venons de traverser vous ont rappelé votre visite à Naples en 1861 ; pour moi elle m'a constamment remis sous les yeux cette course si intéressante que j'ai eu le bonheur de faire avec vous à Torre del Greco. Si vos nombreuses et importantes occupations vous l'eussent permis, vous auriez, je n'en doute pas, repris le chemin de Naples.

» Je prends donc la liberté de vous envoyer deux photographies, prises le 26 avril, le jour du maximum de l'éruption. L'une, prise à environ 3 heures de l'après-midi, vous montrera la fumée sortant de la bouche qui s'est ouverte, à peu près à midi de cette journée, dans le vallon au-dessous de l'Observatoire; vous distinguerez l'Observatoire, au sommet du triangle laissé libre par la lave; une bouche semblable, qui a émis par moments de fortes bouffées de fumée noire, s'était ouverte sur la traînée de lave qui dessine l'arête du cône vers le Midi. L'autre photographie, prise à 4 heures environ, vous indique le moment où la lave a atteint les villages de San-Sebastiano et de Massa.

» Vous connaissez assez bien notre vieux Vésuve pour vous faire une idée, d'après ces photographies, de la beauté du spectacle que nous avons eu ce jour-là. Mais les nouvelles des désastres survenus ont empêché de l'admirer sans réserve. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle pluie de sable tombée en Italie, dans la nuit du 19 au 20 avril.* Note du **P. Denza**, présentée par M. Le Verrier.

« Une nouvelle pluie de sable est tombée en Piémont dans la nuit d'hier, 19-20. Elle a été recueillie à Moncalieri, Alexandrie, Mondovi, Volpeglino, pres de Tortone, Gênes, avec l'eau qui est tombée la même nuit, et nous a été amenée par les vents impétueux du Midi

qui ont soufflé sur notre péninsule. Mais ces vents n'ayant soufflé que modérément sur le Piémont, le sable n'est tombé chez nous qu'en petite quantité.

» Ce phénomène s'est également produit dans le midi de la péninsule et en Sicile, où cependant il n'est tombé que du sable, ainsi qu'il résulte des dépêches que j'ai reçues de Cosenza par M. le D<sup>r</sup> Dom. Conti, et de Caltanisetta par M. Temistocle Zona, professeur de physique à l'Institut de cette ville. De la poussière est tombée aussi à Catane, à Girgenti, à Palerme.

» Des lettres que je viens de recevoir de l'illustre P. Secchi et du professeur Ignazio Galli de Velletri m'annoncent que du sable est aussi tombé à Rome et à Velletri.

» Le sable est également tombé à Lesina, dans l'Adriatique; et à Urbino, le R. P. Serpieri a observé un brouillard très-sec pendant la même journée du 20.

» Les circonstances météoriques dans lesquelles s'est produite cette nouvelle pluie de sable sont les mêmes qui ont accompagné celle du 10 mars dernier.

» Une forte bourrasque, commencée le 15 sur les côtes d'Écosse et de Norwége, et annoncée par une aurore polaire vue à Paris et en partie chez nous, et par une grande augmentation de chaleur sur toute l'Europe, en a traversé l'ouest et le centre le 16, et l'Italie le 17-18, en se dirigeant vers l'Afrique, en laissant la Méditerranée méridionale et l'Adriatique agitées, et dans nos contrées un temps sombre et pluvieux.

» Dans la nuit du 19-20, la tempête, cette fois comme toutes les autres, était déjà de retour vers nous et nous apporta le sable que son action rotatoire avait arraché aux déserts inhospitaliers de l'Afrique.

» Les vents du Midi ont soufflé le 19-20 dans toute l'Italie méridionale avec une terrible violence. Ils ont ravagé les campagnes, apporté des désastres dans les villes, etc.

» Cette fois encore le sable est mélangé à beaucoup de matières organiques, qui augmentent naturellement au fur et à mesure que le météore s'avance dans les régions continentales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la relation entre les phénomènes météorologiques et les éruptions volcaniques.* Lettre de **M. Silbermann** à M. le Président (Extrait).

« Paris, 5 mai 1872, 9 heures du matin.

» J'ai l'honneur de communiquer immédiatement à l'Académie ce que les observations d'hier soir et de ce matin semblent révéler. Hier, depuis 8 heures et demie du soir jusqu'à 2 heures du matin, grand afflux d'étoiles filantes (lyrides de M. Alexandre Herschel), courant d'ouest-sud-ouest à est-nord-est; un autre de sud-ouest à nord-est, et enfin un troisième courant du sud-sud-ouest au nord-nord-est. Pendant toute la soirée, il y a eu aurore nuageuse, sombre en bas avec arcs blancs cirrhoïdes au-dessus, parallèles et correspondant respectivement aux courants d'étoiles filantes.

» Ce matin, à 8 heures, persistance des mêmes arcs cirrhoïdes; au-dessous, ciel criblé de cumulicules courant d'ouest à est; mais, à 8 heures, instantanément le Soleil est devenu blafard; le ciel d'est est devenu d'un ton métallique (vieil argent); les nubécules sont devenues d'un gris de fer sombre et se sont arrêtées. Les trois arcs de cirrhi sont devenus d'un blanc éblouissant.

» A 9 heures, persistance du phénomène, mais avec moins d'intensité quant aux nubécules, qui ont repris leur course d'ouest à est. »

M. Silbermann croit reconnaître, aux signes relatés ci-dessus, qu'une éruption *doit avoir eu lieu* (au Vésuve?) le dimanche 5 mai, à huit heures du matin (temps de Paris).

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 mai 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Les merveilles de la Chimie; par* M. DEHERRYPON. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Histoire de la Physique et de la Chimie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; par* F. HOEFER. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Programme des concours ouverts des sciences industrielles de Lyon.* Lyon, 1872; br. in-8°.

*Récit d'une ascension faite en 1857 au pic de Néthou (Maladetta). Itinéraire géologique de cette course à partir de Luchon; par* A. LEYMERIE. Bagnères, 1872; br. in-8°.

*Note sur la phosphorite du Quercy; par* M. A. LEYMERIE. Toulouse, 1872; br. in-8°.

*Carte géologique et minéralurgique du département de l'Ariége; par* M. MUSSY. Foix, 1872; 1 vol. in-8°, avec texte explicatif, in-4°, et quatre cartes grand aigle.

*Notes sur les tremblements de terre en 1869, avec suppléments pour les années antérieures de 1843 à 1868; par* M. A. PERREY. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du tome XXII des *Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique.*)

*Iconographie photographique des centres nerveux; par* J. LUYS; 1re livr.,

texte et planches. Paris, sans date; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Cartes cotées figurant approximativement les mers anciennes et actuelles de la France, ainsi que le relief de leurs fonds; par* M. DELESSE. Paris, sans date; carte en 1 feuille.

*Annali scientifici del R. Istituto tecnico di Udine;* anno quinto. Udine, 1871; grand in-8°.

*Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXV, sessione 4 del 24 marzo* 1872. Roma, 1872; in-4°.

---

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1872.

*Annales de Chimie et de Physique;* février et mars 1872; in-8°.

*Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées;* mars 1872; in-8°.

*Annales du Génie civil;* avril 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* nos 14 à 17, 1872; in-4°.

*Association Scientifique de France;* Bulletin hebdomadaire, nos des 7, 14, 21 et 28 avril 1872; in-8°.

*Bibliothèque universelle et Revue suisse;* nos 171, 172, 1872; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*, t. VI, nos 1 et 2, 1872; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;* t. XXXIII, n° 3, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe;* 3e et 4e trimestres, 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* mars 1872; in-4°.

*Bulletin de la Société de Géographie;* février 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société française de Photographie;* n° 3, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société Géologique de France;* t. XXIX, n° 1, 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société Philomathique;* t. VII, janvier à décembre 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société centrale d'Agriculture de France;* nos 4, 5, 1872; in-8°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* n° du 15 avril 1872; in-8°.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France;* n° 4, 1872; in-8°.

*Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris;* nos 40 à 46, 1872; in-8°.

*Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal;* t. I, n° 12; t. IV, n° 1, 1872; in-4°.

*Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto;* n° 4, 1872; in-4°.

*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano;* n° 3, 1872; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* nos 14 à 18, 1er semestre 1872; in-4°.

*Chronique de l'industrie;* nos 9 à 12, 1872; in-4°.

*Écho médical et pharmaceutique belge;* n° 4, 1872; in-8°.

*Gazette des Hôpitaux;* nos 39 à 50, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* nos 14 à 17, 1872; in-4°.

*Journal d'Agriculture pratique;* nos 14 à 17, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture;* nos 156 à 159, 1872; in-8°.

*Journal de l'Éclairage au Gaz;* nos 7 et 8, 1872; in-4°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* avril 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* nos 6 et 7, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre;* 12e année, n° 52, 13e année, nos 1, 2, 1872; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 7, 1872; in-8°.

*L'Abeille médicale;* nos 15 à 18, 1872; in-4°.

*L'Aéronaute;* avril 1872; in-8°.

*L'Art dentaire;* mars et avril 1872; in-8°.

*L'Art médical;* n° 4, 1872; in-8°.

*Le Gaz;* n° 10, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* nos 7 et 8, 1872; in-4°.

*Le Moniteur scientifique-Quesneville;* mars et avril 1872; gr. in-8°.

*Le Mouvement médical;* n$^{os}$ 7 et 8, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* n$^{os}$ 14, 16, 17, 1872; in-8°.

*Magasin pittoresque;* avril 1872; in-4°.

*Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme;* décembre 1871; in-8°.

*Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine;* n° 4, 1872; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n° 5, 1872; in-12.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* avril 1872; in-8°.

*Répertoire de Pharmacie;* mars 1872; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* avril 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* avril 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* n° 8, 1872; in-8°.

*Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle;* n$^{os}$ 27 à 28, 1872; in-8°.

*Revue maritime et coloniale;* avril 1872; in-8°.

*Société Entomologique de Belgique;* n$^{os}$ 72, 73, 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* n$^{os}$ des 6, 13, 20, 27 avril 1872; in-4°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 22 avril 1872.)

Page 1132, ligne 27, *au lieu de* à 6$^{h}$ 50$^{m}$, *lisez* à 6$^{h}$ 00$^{m}$.

(Séance du 29 avril 1872.)

Page 1194, ligne 11, *au lieu de* toutes les dents, *lisez* les quatre os des deux branches de la mâchoire et les deux molaires.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Avril 1872.

| Dates. | Hauteur du baromètre à midi. | Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Température moyenne de l'air à 13m,7. | à 33m,0. | Température moyenne du sol à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | Thermomètres dans le vide (T − t) (1). | Tension de la vapeur (moyenne du jour). | État hygrométrique (moyenne du jour). | Électricité atmosphérique. | Ozone. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | | | | |
| 1 | 747,0 | 7,0 | 14,7 | 10,8 | 7,4 | 16,8 | 12,1 | » | » | 10,58 | 10,19 | 9,84 | 3,8 | 8,50 | 83 | » | 15,5 |
| 2 | 744,1 | 9,2 | 11,9 | 10,5 | 8,9 | 13,6 | 11,2 | » | » | 10,42 | 10,35 | 10,06 | 2,9 | 7,40 | 86 | » | 15,0 |
| 3 | 747,5 | 5,8 | 11,3 | 8,5 | 5,4 | 14,7 | 10,0 | » | » | 9,81 | 9,73 | 9,85 | 4,5 | 5,79 | 72 | » | 8,0 |
| 4 | 754,5 | 5,3 | 9,7 | 7,5 | 4,8 | 11,9 | 8,3 | » | » | 8,89 | 9,03 | 9,58 | 3,0 | 4,60 | 65 | » | 8,5 |
| 5 | 760,1 | 3,4 | 12,0 | 7,7 | 2,1 | 14,2 | 8,1 | » | » | 9,00 | 8,77 | 9,10 | 2,7 | 5,78 | 70 | » | 4,0 |
| 6 | 764,5 | 5,6 | 7,2 | 6,4 | 5,4 | 7,4 | 6,4 | » | » | 7,89 | 8,18 | 8,92 | 0,8 | 5,57 | 79 | » | 3,5 |
| 7 | 767,3 | 5,3 | 7,3 | 6,3 | 5,1 | 7,4 | 6,2 | » | » | 7,72 | 7,92 | 8,38 | 0,5 | 6,33 | 84 | » | 2,5 |
| 8 | 762,9 | 5,5 | 11,3 | 8,4 | 5,2 | 11,4 | 8,3 | » | » | 8,90 | 8,45 | 8,42 | 1,3 | 8,31 | 87 | » | 6,0 |
| 9 | 762,3 | 8,2 | 12,1 | 10,1 | 7,8 | 14,1 | 10,9 | » | » | 9,79 | 9,51 | 9,20 | 5,7 | 6,16 | 71 | » | 9,5 |
| 10 | 763,5 | 4,4 | 14,1 | 9,2 | 3,0 | 15,9 | 9,4 | » | » | 9,77 | 9,45 | 9,40 | 4,1 | 7,42 | 82 | » | 1,5 |
| 11 | 759,7 | 4,7 | 16,9 | 10,8 | 3,7 | 19,3 | 11,5 | » | » | 11,30 | 10,31 | 9,87 | 7,5 | 7,26 | 64 | » | 1,5 |
| 12 | 754,5 | 6,9 | 22,4 | 14,6 | 5,7 | 24,7 | 15,2 | » | » | 13,13 | 11,77 | 10,74 | 7,4 | 9,22 | 63 | » | 2,0 |
| 13 | 759,8 | 10,7 | 18,8 | 14,7 | 9,5 | 21,2 | 15,3 | » | » | 13,56 | 12,58 | 11,63 | 6,4 | 7,73 | 63 | » | 4,0 |
| 14 | 761,9 | (2) 6,5 | 16,9 | 11,7 | 5,6 | 18,9 | 12,2 | » | » | 13,11 | 12,26 | 11,82 | 7,6 | 6,42 | 58 | » | 4,0 |
| 15 | 759,9 | 6,5 | 18,5 | 12,5 | 5,1 | 20,7 | 12,9 | » | » | 12,99 | 12,27 | 11,90 | 7,1 | 7,45 | 61 | » | 0,0 |
| 16 | 757,1 | 7,8 | 15,2 | 11,5 | 7,2 | 18,1 | 12,6 | » | » | 12,77 | 12,18 | 12,06 | 7,0 | 6,23 | 61 | » | 0,0 |
| 17 | 751,6 | 6,5 | 8,8 | 7,6 | 5,8 | 9,5 | 7,6 | » | » | 10,28 | 10,87 | 11,62 | 2,6 | 5,12 | 65 | » | 2,5 |
| 18 | 749,5 | 4,2 | 11,6 | 7,9 | 3,2 | 14,1 | 8,6 | » | » | 10,53 | 10,38 | 10,89 | 4,9 | 6,02 | 75 | » | 0,0 |
| 19 | 751,3 | 2,7 | 10,9 | 6,8 | 1,6 | 13,8 | 7,7 | » | » | 10,68 | 10,02 | 10,59 | 4,1 | 5,34 | 68 | » | 0,0 |
| 20 | 744,5 | 3,9 | 12,4 | 8,1 | 2,1 | 13,4 | 7,7 | » | » | 10,28 | 9,49 | 10,27 | 3,5 | 6,77 | 78 | » | 0,0 |
| 21 | 734,5 | 8,1 | 11,1 | 9,6 | 7,7 | 11,4 | 9,5 | » | » | 10,82 | 10,14 | 10,31 | 3,2 | 6,63 | 79 | » | 0,0 |
| 22 | 739,0 | 5,1 | 13,5 | 9,3 | 4,0 | 15,7 | 9,8 | » | » | 10,08 | 9,71 | 10,02 | 3,8 | 7,29 | 83 | » | 6,0 |
| 23 | 743,0 | 4,8 | 12,9 | 8,8 | 4,2 | 14,4 | 9,3 | » | » | 10,15 | 10,01 | 10,23 | 3,2 | 6,79 | 81 | » | 11,0 |
| 24 | 749,8 | 6,0 | 14,2 | 10,1 | 4,8 | 15,6 | 10,2 | » | » | 11,12 | 10,33 | 10,27 | 4,7 | 6,86 | 75 | » | 6,0 |
| 25 | 753,9 | 4,9 | 17,9 | 11,4 | 3,8 | 20,4 | 12,1 | » | » | 13,41 | 11,59 | 10,74 | 7,4 | 7,02 | 61 | » | 4,0 |
| 26 | 755,0 | 7,3 | 20,7 | 14,0 | 5,6 | 22,2 | 13,9 | » | » | 14,85 | 13,05 | 11,52 | 5,9 | 8,51 | 61 | » | 3,5 |
| 27 | 750,6 | 10,5 | 20,3 | 15,4 | 9,9 | 21,9 | 15,9 | » | » | 14,59 | 13,32 | 12,17 | 4,0 | 8,80 | 70 | » | 3,5 |
| 28 | 754,9 | 10,7 | 20,1 | 15,4 | 10,2 | 21,6 | 15,9 | » | » | 15,74 | 14,20 | 12,76 | 5,0 | 8,83 | 73 | » | 8,0 |
| 29 | 764,9 | 8,1 | 16,2 | 12,1 | 7,0 | 18,8 | 12,9 | » | » | 14,80 | 13,53 | 12,90 | 5,8 | 6,13 | 55 | » | 7,5 |
| 30 | 763,9 | 8,6 | 17,0 | 12,8 | 7,5 | 19,4 | 13,4 | » | » | 15,05 | 13,71 | 12,93 | 7,2 | 6,39 | 54 | » | » |
| Moy. | 754,4 | 6,5 | 14,3 | 10,4 | 5,6 | 16,1 | 10,8 | » | » | 11,40 | 10,78 | 10,60 | 4,6 | 6,89 | 70,9 | » | 4,7 |

(1) La valeur $T - t$ exprime la différence des températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, $t$, est à boule de verre incolore, et l'autre $T$, à boule de verre bleu noir. — (2) Nombre obtenu au moyen d'une courbe d'interpolation.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Avril 1872.**

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Pluie. Terrasse (1). | Cour. | Évaporation. | Vents. Direction et force. | Nuages. | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ' | ° ' | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.27,9 | 65.41,2 | 4,5039 | 4,8 | 5,5 | » | SO modéré. | SO | 0,9 | Pluie le soir. |
| 2 | 27,0 | 40,9 | 4,5068 | 1,4 | 1,3 | » | OSO modéré. | OSO | 0,9 | Pluie. |
| 3 | 22,6 | 40,7 | 4,5238 | 3,9 | 3,8 | » | ONO modéré. | O | 0,5 | Cumulo-nimbus. |
| 4 | 34,7 | 41,6 | 4,5070 | » | » | » | NNO faible. | NO | 0,7 | Petite pluie dans la nuit. |
| 5 | 28,4 | 41,2 | 4,4098 | ? | 0,2 | » | NNE as. fort. | NNE | 0,7 | Brumeux. |
| 6 | 26,3 | 40,8 | 4,5003 | » | » | » | NNE modéré. | N | 1,0 | Brumeux; pluie le soir. |
| 7 | 26,8 | 41,1 | 4,5066 | 0,0 | 0,0 | » | N faible. | » | 1,0 | Nimbus. |
| 8 | 28,4 | 41,8 | 4,5139 | » | » | » | OSO modéré. | O | 1,0 | Pluvieux. |
| 9 | 30,8 | 41,1 | 4,4964 | 2,0 | 1,8 | » | NO modéré. | NNO | 0,3 | Cirro-cumulus. |
| 10 | 31,4 | » | » | » | » | » | NO, E tr.-faib. | » | 0,1 | Ciel voilé; perturb. magnét. |
| 11 | 29,3 | 44,4 | 4,5152 | » | » | » | ESE faible. | » | 0,1 | Brumeux. |
| 12 | 28,3 | 43,6 | 4,5096 | » | » | » | SSE faible. | » | 0,1 | Cirrus. |
| 13 | 28,4 | 41,8 | 4,5155 | » | » | » | N modéré. | » | 0,0 | Légère brume. |
| 14 | 28,1 | 41,3 | 4,5167 | » | » | » | N modéré. | N | 0,2 | Halo lunaire. |
| 15 | 27,3 | » | » | » | » | » | ONO faible. | » | 0,0 | Légère brume. |
| 16 | 30,9 | 42,4 | 4,5185 | » | » | » | NO faible. | » | 0,1 | Brume à l'horizon. |
| 17 | 28,9 | 45,3 | 4,5278 | » | » | » | ONO faible. | NO | 0,9 | Cumulo-nimbus. |
| 18 | 30,4 | 44,6 | 4,4226 | 0,4 | 0,4 | » | ONO faible. | NO | 0,5 | Petite pluie vers midi. |
| 19 | 33,4 | 43,1 | 4,5018 | 0,1 | 0,1 | » | NNE faible. | NNE | 0,4 | Vapeurs. |
| 20 | 29,7 | 43,5 | 4,5133 | » | » | » | NE modéré. | SO | 0,9 | Pluie dans la soirée. |
| 21 | 31,3 | 43,4 | 4,5225 | 2,9 | 3,2 | » | SSO as. fort. | SO | 0,6 | Grains. |
| 22 | 29,4 | 42,9 | 4,5050 | 11,4 | 12,5 | » | SO faible. | SSO | 0,9 | A $6^h$ s., éclairs et tonnerre au SE. |
| 23 | 30,0 | 43,0 | 4,5175 | 1,7 | 1,8 | » | SSO modéré. | SO | 0,6 | Pluie vers midi. |
| 24 | 28,4 | » | » | 3,0 | 3,0 | » | SSO modéré. | SO | 0,5 | Petite pluie. |
| 25 | 32,2 | 43,5 | 4,5066 | 0,7 | 0,9 | » | S faible. | SSO | 0,4 | Invas. des mouches *Bibio hortulanus*. |
| 26 | 27,4 | 43,4 | 4,5125 | 0,0 | 0,0 | » | SSE faible. | S | 0,7 | Id. |
| 27 | 26,5 | 40,7 | 4,5176 | » | » | » | S faible. | SO | 1,0 | Orageux. Pluie dans la nuit. |
| 28 | 26,7 | 42,6 | 4,5234 | 1,7 | 1,8 | » | SO modéré. | SO | 0,5 | Gouttes de pluie vers $6^h$ soir. |
| 29 | 27,9 | 42,3 | 4,5164 | » | » | » | NNO faible. | N | 0,4 | Brumeux. |
| 30 | 30,4 | 42,7 | 4,5265 | » | » | » | N modéré. | N | 0,2 | Halo de $9^h15^m$ à $10^h$ du matin. |
| Moy. | 17.29,0 | 65.42,4 | 4,5095 | 34,0 | 36,3 | » | | | 0,54 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Avril 1872.

*Résumé des observations régulières.*

| | $7^h$ M. | $9^h$ M. | Midi. | $3^h$ S. | $6^h$ S. | $9^h$ S. | Minuit. | Moy. (1). |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 754,70 | 754,72 | 754,43 | 753,91 | 754,10 | 754,64 | 754,82 | 754,65 |
| Pression de l'air sec | 748,03 | 747,65 | 747,18 | 756,65 | 747,02 | 747,90 | 748,30 | 747,76 |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | 7,97 | 10,71 | 12,73 | 13,87 | 12,46 | 9,93 | 8,46 | 10,46 |
| » (jardin) | 7,92 | 11,37 | 13,52 | 14,62 | 12,21 | 9,58 | 8,14 | 10,65 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | 7,65 | 11,02 | 13,18 | 14,27 | 11,97 | 9,36 | 7,93 | 10,37 |
| Thermomètres électriques (2) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Thermomètre noir dans le vide, T | 13,80 | 21,75 | 25,42 | 24,92 | 12,74 | 8,90 | 7,68 | 15,94 |
| Thermomètre incolore dans le vide, $t$ | 10,30 | 16,12 | 18,93 | 19,37 | 11,96 | 8,86 | 7,49 | 12,85 |
| Excès (T — $t$) | 3,50 | 5,63 | 6,49 | 5,55 | 0,78 | 0,04 | 0,19 | 3,09 |
| Température du sol à $0^m,02$ de profond^r^ | 9,18 | 10,98 | 13,43 | 13,74 | 12,11 | 10,95 | 10,24 | 11,40 |
| » $0^m,10$ » | 9,73 | 9,97 | 10,95 | 11,85 | 11,82 | 11,34 | 10,84 | 10,78 |
| » $0^m,30$ » | 10,52 | 10,48 | 10,41 | 10,44 | 10,56 | 10,73 | 10,78 | 10,60 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 6,67 | 7,07 | 7,25 | 7,26 | 7,08 | 6,74 | 6,51 | 6,89 |
| État hygrométrique en centièmes | 81,0 | 68,8 | 62,8 | 58,7 | 65,6 | 73,8 | 78,4 | 70,9 |
| Pluie en millimètres (jardin) | 15,4 | 0,2 | 5,0 | 3,5 | 3,7 | 4,0 | 5,4 | t. 37,2 |
| Inclinaison magnétique (3) 65° + | 41′,25 | 42′,40 | 41′,75 | 41′,11 | 40′,80 | 41′,85 | 41′,40 | 41′,85 |
| Déclinaison magnétique 17° + | 28,36 | 28,97 | 40,94 | 40,58 | 33,83 | 31,58 | 30,87 | 33,09 |

*Températures moyennes des maxima et minima.*

| | |
|---|---|
| Thermomètres de la salle méridienne | 10°,4 |
| Thermomètre du jardin | 10°,8 |
| Pluie. Pluviomètre de la terrasse | $34^{mm},0$ |

*Moyennes des observations de $9^h$, midi, $3^h$ et $6^h$ S.*

| | |
|---|---|
| Thermomètre noir dans le vide T′ | 21°,21 |
| Thermomètre incolore dans le vide $t'$ | 16°,60 |
| Excès T′ — $t'$ | 4°,61 |

---

**ERRATA** (*observations de mars*).

Page 954. Hauteur barométrique à midi : le 4, *au lieu de* 764,5, *lisez* 764,0.
» » le 19, *au lieu de* 752,6, *lisez* 751,6.
Page 956. Baromètre à midi : *au lieu de* 752,86, *lisez* 752,81.
» Moyenne barométrique du mois : *au lieu de* 752,88, *lisez* 752,87.

---

(1) Moyennes des observations faites à 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Les thermomètres électriques sont en réparation.

(3) Plusieurs lacunes dans les observations trihoraires ont été produites par des perturbations.

*Nota.* — Un nouveau zérotage des thermomètres a montré que leur zéro avait subi les déplacements suivants :

| | |
|---|---|
| Thermomètre de la salle méridienne | —0,1 |
| » ordinaire du jardin | +0,1 |
| » à maxima du jardin | 0,0 |
| » à minima du jardin | +0,2 |

| | |
|---|---|
| Thermomètre noir dans le vide | —0,1 |
| » incolore dans le vide | 0,0 |
| » du sol à $0^m,02$ | —0,30 |
| » à $0^m,10$ | —0,40 |
| » à $0^m,40$ | —0,40 |

Il en a été tenu compte en avril 1872.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs à la théorie des obliques d'une courbe; par* M. CHASLES (suite).

« XII. *Si de chaque point d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène les tangentes et les obliques d'une courbe* $U_m$, *les droites qui joignent les pieds des obliques aux points de contact des tangentes enveloppent une courbe de la classe* $m'(m-1)(m+2n)$.

» *Démonstration*. — Une droite IX coupe $U_m$ en $m$ points $a$; les tangentes en ces points coupent $U_{m'}$ en $mm'$ points $\alpha$, d'où l'on mène $mm'(m+n)$ obliques de $U_m$; par les pieds $a'$ de ces obliques passent $mm'(m+n)$ droites IU. Une droite IU coupe $U_m$ en $m$ points $a'$; les obliques de ces points coupent $U_{m'}$ en $mm'$ points $\alpha$, d'où l'on mène $mm'n$ tangentes de $U_m$; par les points de contact $a$ passent $mm'n$ droites IX. Il existe donc $mm'(m+n)+mm'n = mm'(m+2n)$ droites IX qui coïncident chacune avec une droite correspondante IU. Mais il y a $2m'n+m'm$ solutions étrangères, dont $2m'n$ sont dues aux $2n$ points de $U_m$ où l'oblique coïncide avec la tangente, et $mm'$ aux $mm'$ points d'intersection de $U_m$ et $U_{m'}$. Il reste $m'm(m+2n) 2m'n - m'm = m'(m-1)(m+2n)$. Donc la courbe cherchée est de la classe $m'(m-1)(m+2n)$.

» On conclut de ce théorème le suivant :

» XIII. *Si aux points où chaque tangente d'une courbe* $U^{n'}$ *rencontre une courbe* $U_m$ *on mène les tangentes et les obliques de cette courbe* $U_m$, *la tangente de chaque point rencontre les obliques des autres points sur une courbe de l'ordre* $n'(m-1)(m+2n)$.

» XIV. *Les obliques d'une courbe* $U_m$ *rencontrent les tangentes qui leur sont perpendiculaires sur une courbe de l'ordre* $n(m+2n-2)$, *qui a sur la droite de l'infini deux points multiples d'ordre* $n(n-1)$, *et* m *points multiples d'ordre* n.

» XV. *Les normales d'une courbe* $U_m$ *rencontrent les tangentes qui leur sont perpendiculaires sur une courbe de l'ordre* $(n-1)(m+2n)$, *qui a, à l'infini, deux points multiples d'ordre* $n(n-1)$ *et* m *points multiples d'ordre* $(n-1)$.

» XVI. *Si de chaque point* a *d'une courbe* $U_m$ *on abaisse des perpendiculaires sur les tangentes aux points où l'oblique du point* a *rencontre la courbe :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$n(m+n-1)+m(m-1),$$

*qui a, à l'infini, une tangente multiple d'ordre* $m(m-1)$ ;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $2n(m+n-1)+m(m-1)$, *qui a, à l'infini,* m *points multiples d'ordre* $(m-1)$, *et deux points multiples d'ordre* $n(m+n-1)$ *aux deux points circulaires.*

» XVII. *Si en chaque point* a *d'une courbe* $U_m$ *on mène la tangente et son oblique, et qu'aux points où cette oblique va couper la courbe on mène les tangentes, ces tangentes rencontrent la tangente en* a *sur une courbe de l'ordre* $n(2m+n-4)-d'$.

» XVIII. *Si de chaque point d'une droite on mène les tangentes et les obliques d'une courbe* $U_m$, *les droites qui joignent les pieds des obliques aux points de contact des tangentes enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(m+2n)$.

» XIX. *Si aux points où une transversale, tournant autour du point* O, *rencontre une courbe* $U_m$, *on mène les tangentes et les obliques, ces obliques rencontrent les tangentes sur une courbe de l'ordre* $(m-1)(m+2n)$.

» XX. *Si de chaque point d'une droite* D *on mène des obliques et des tangentes d'une courbe* $U_m$, *ces tangentes rencontrent les tangentes des pieds des obliques sur une courbe de l'ordre* $(n-1)(m+2n)$.

» XXI. *Si de chaque point d'une droite on mène les tangentes de* $U_m$, *l'oblique du point de contact de chacune de ces tangentes rencontre les autres tangentes sur une courbe de l'ordre* $(n-1)(m+2n)$.

» XXII. *L'oblique de chaque point* a *d'une courbe* $U_m$ *rencontre les tangentes parallèles à la tangente du point* a *sur une courbe de l'ordre*

$$(n-1)(m+2n).$$

» XXIII. *Si de chaque point d'une droite on mène les tangentes et les obliques de* $U_m$, *ces obliques rencontrent celles des points de contact des tangentes sur une courbe de l'ordre* $(m+n-1)(m+2n)$.

» XXIV. *Si de chaque point d'une droite on abaisse les obliques de* $U_m$, *la tangente au pied de chacune de ces obliques rencontre les autres obliques sur une courbe de l'ordre* $(m+n-1)(m+2n)$.

» XXV. *Si de chaque point d'une courbe* $U_m$ *on abaisse les obliques sur la courbe, les cordes qui joignent deux à deux leurs pieds enveloppent une courbe de la classe* $2m(m-1)(m+n-2)-n(3m-4)-md'$.

» XXVI. *Si de chaque point de* $U_m$ *on abaisse les obliques sur la courbe, les tangentes aux pieds de ces obliques se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre* $\frac{2n(m-1)(m+n-2)-n(3m-4)-md'-(m-1)t'}{2}$; d' *étant le nombre des points de rebroussement de* $U_m$, *et* t' *le nombre des tangentes d'inflexion.*

» XXVII. *Une droite tournant autour d'un point* O *coupe une courbe* $U_m$ *en* m *points, où l'on mène des obliques (sous un même angle) et les normales : la normale de chaque point rencontre les obliques des autres points sur une courbe de l'ordre* $2(m-1)(m+n)$.

XXVIII. *Si de chaque point d'une droite on abaisse des obliques et les normales sur une courbe* $U_m$, *les cordes qui joignent les pieds des obliques aux pieds des normales enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)(m+n)$.

» XXIX. *On a sur une courbe unicursale* $U_m$ *deux séries de points* a *et* a', *qui se correspondent anharmoniquement; aux points* a *on mène des obliques sous un angle donné, et aux points* a' *des obliques sous un angle également constant et quelconque : les obliques des points correspondants se rencontrent sur une courbe de l'ordre* $2(m+n)$.

» XXX. *De deux points correspondants* a, a' *sur* $U_m$ *unicursale, on abaisse des obliques sous des angles de grandeurs respectives constantes : ces obliques se coupent deux à deux sur une courbe de l'ordre*

$$2(m-1)(m+n)(m+n-1). »$$

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur la dissociation de l'acide carbonique sous l'influence de l'effluve électrique.* Note de M. ARNOULD THENARD.

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, Edm. Becquerel.)

« Quand, dans un tube de verre analogue à celui dont se sert M. Houzeau pour la préparation de l'ozone, on fait passer un courant lent d'acide carbonique, 4 à 8 pour 100 du gaz se décomposent et donnent, après l'absorption de l'acide carbonique excédant par la potasse, un mélange de 1 volume d'oxyde de carbone et $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène. J'ai obtenu ainsi, en trente heures, 265 centimètres cubes de ce mélange.

» L'oxygène est d'ailleurs sensiblement ozoné; l'odeur du gaz, son action sur l'iodure de potassium et la liqueur bleu d'indigo ne laissent aucun doute à cet égard. Cependant, il l'est si faiblement, que jusqu'ici je n'ai pu par l'absorption directe en déterminer la proportion. D'après cela, on serait vraiment, *à priori*, tenté de croire que, le travail électrique se portant plutôt du côté de la dissociation des éléments de l'acide carbonique, il n'en reste plus ou presque plus pour l'ozonification de l'oxygène.

» Quelle est la portée de ce phénomène? Que deviendront les autres gaz ou des vapeurs soumises à la même influence; quelles réactions leurs mélanges engendreront-ils? L'expérience seule peut décider. Je vais la poursuivre, et si elle me donne des résultats intéressants, je m'empresserai de les soumettre au jugement de l'Académie. »

M. LE Dr BEDOIN adresse une Note relative aux effets produits par une balle de fusil Chassepot, dans un cas de suicide.

Les lésions et les désordres produits par la balle ont été tels, que, en l'absence d'autres documents, on eût pu être conduit à les attribuer à une balle explosible; cependant la balle a été retrouvée entière. Le projectile présentait un aspect boursouflé, indiquant une fusion partielle, ce que l'Auteur regarde comme confirmant l'opinion émise par M. Coze, dans sa Communication à l'Académie du 20 novembre 1871; il paraît avoir traversé, sans perte sensible de vitesse, les parties molles qu'il a d'abord rencontrées, et avoir été brusquement arrêté par la colonne vertébrale, où toute sa force vive a pu se convertir en chaleur. L'Auteur pense qu'on peut trouver ici réalisées les conditions signalées par M. Melsens, dans la séance du 29 avril

1872, comme nécessaires pour que le plomb atteigne une température supérieure à 315 degrés, son point normal de fusion.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Phillips, Larrey, Dupuy de Lôme.)

M. Legrand du Saule adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), un Ouvrage portant pour titre : « Le délire des persécutions », et joint à cet envoi une Note manuscrite indiquant les points sur lesquels il désire attirer plus spécialement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission.)

Un Auteur dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le concours de l'année 1872, un Mémoire écrit en latin sur le problème des trois corps.

(Renvoi à la Commission.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Paléontologie du Muséum d'histoire naturelle, laissée vacante par le décès de M. *Lartet*.

(Renvoi aux Sections de Zoologie et de Minéralogie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois nouvelles livraisons des « Matériaux pour la Paléontologie suisse » publiées par M. *F.-J. Pictet*, le correspondant que l'Académie a eu la douleur de perdre récemment (9$^e$, 10$^e$, 11$^e$ livraisons de la 5$^e$ série).

2° Une traduction de la « Détermination pratique des minéraux, de M. F. de Kobell », publiée d'après la 10$^e$ édition allemande par le comte *L. de la Tour-du-Pin*, avant-propos et additions par M. *F. Pisani*.

3° Un « Traité de Chimie organique élémentaire », par M. *Grimaud*.

M. le Ministre des Affaires étrangères transmet à l'Académie la nouvelle, qui lui est annoncée par le consul général de France à San Francisco, d'un tremblement de terre qui a désolé diverses localités situées dans le comté d'Inyo, sur les confins du Nevada. A San Francisco, il ne s'est

produit qu'une secousse très-légère, vers deux heures et demie de la nuit.

Voici quelques extraits du « Courrier de San Francisco », qui donne des détails sur cette catastrophe :

« Visalia, 30 mars.

» Vers deux heures et demie du matin, les habitants de Lone Pine furent réveillés par une forte explosion, suivie presque immédiatement d'une terrible motion de la terre, dans la direction du sud au nord. En un instant, la ville entière fut en ruine; pas une maison ne resta debout.

» Le premier choc fut suivi rapidement de trois autres. Puis il y eut un temps d'arrêt, et les secousses recommencèrent. On en compta trois cents depuis la première jusqu'au jour. En fait, la terre ne cessa pas d'être en motion pendant trois heures. Dans la vallée, une crevasse s'ouvrit, s'étendant sur une distance de 35 milles et variant en largeur de 3 pouces à 40 pieds; des rochers roulèrent des montagnes; enfin, il n'est pas un endroit où l'on ne puisse voir les traces de la terrible convulsion.

» Cerro Gordo a été grandement endommagé; il y a beaucoup de maisons craquées, quelques-unes renversées, mais personne de dangereusement blessé.

» Swansea est totalement détruite; maisons et fourneaux ne font plus qu'un amas de ruines. Le colonel Tregallar a été tué. Le surintendant de l'usine a envoyé 20 hommes à Lone Pine, et il en est arrivé 16 autres de Cerro Gordo, pour aider à retirer les cadavres de dessous les décombres. Tout le monde s'accorde à dire que Lone Pine a été le centre de la commotion. Chaque secousse y a été précédée d'une explosion qui paraissait venir des entrailles de la terre. On estime à plus de 500 le nombre des secousses ressenties en l'espace de 58 heures.

» La plus grande misère règne à Lone Pine et les environs, la plupart de ceux qui ont survécu ayant perdu tout ce qu'ils possédaient. Le colonel Whipple se rend à San Francisco pour y solliciter des secours.

» La nuit dernière, on a ressenti ici plusieurs secousses bien distinctes. On s'attend à trouver d'immenses crevasses dans les montagnes, aussitôt que la neige aura disparu. Les gens qui demeurent dans le voisinage du mont Whitney décrivent les explosions comme ressemblant à des décharges d'artillerie et se répercutant en s'affaiblissant le long des montagnes au nord et au sud. On parle d'un volcan en éruption, qu'on peut voir du sommet du mont Greenhood à 60 milles au sud-est, mais le fait est douteux. Les Indiens sont tous partis, dans la crainte de voir se renouveler une convulsion générale, semblable à celle qui, d'après eurs traditions, a formé la vallée et la rivière Owen, là où s'élevait autrefois une chaîne de montagnes. »

## SPECTROSCOPIE. — *De l'influence de la pression sur les raies du spectre* (1). Note de M. L. Cailletet.

« Les expériences que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie sont

(1) J'ai eu l'occasion de voir récemment à Rome le R. P. Secchi; je tiens à le remercier des encouragements et des excellents conseils qu'il a bien voulu me donner à l'occasion des expériences qui font l'objet de cette Note.

fondées sur l'examen spectroscopique de l'étincelle d'induction produite entre deux fils de platine, scellés à la partie supérieure d'un tube de verre épais, dans lequel on peut comprimer un gaz à une pression exactement déterminée.

» La pression est fournie par l'appareil que j'ai décrit à l'occasion de mes recherches sur la compressibilité des gaz (1). Le tube de verre qui contient les fils de platine est soudé à un réservoir en forme de thermomètre; on emmagasine ainsi une quantité de gaz relativement considérable, qui, lorsqu'il sera refoulé par le mercure dans lequel plonge la partie ouverte du réservoir, occupera autour des fils de platine une hauteur de plusieurs centimètres. L'appareil qui contient le gaz en expérience est enfermé dans le tube laboratoire en acier, et la partie supérieure du tube de verre est seule visible. Pour éviter les accidents que pourrait amener sa rupture, on enveloppe ce tube d'un manchon en cristal bien transparent. En cas d'explosion, ainsi que je l'ai souvent constaté, les fragments projetés ne peuvent briser cette enveloppe, qui met l'observateur à l'abri de tout danger.

» Lorsqu'on fait passer entre les fils de platine, espacés de 2 ou 3 millimètres, l'étincelle produite par une bobine de Ruhmkorff, animée par trois éléments de Bunsen, la lumière est faible et présente au spectroscope des raies assez nettes, se détachant sur un fond à peine éclairé; si alors on donne lentement et graduellement la pression, on observe que les raies prennent bientôt un éclat de plus en plus grand, puis s'élargissent, s'estompent, et finissent par se dissoudre dans le champ du spectre, devenu brillant et vivement coloré. A ce moment, si l'on continue à augmenter encore la pression, la lumière électrique cesse subitement.

» J'ai fait de nombreux essais pour obvier à cet inconvénient, mais mes efforts n'ont pas abouti. J'ai cherché surtout à éviter le dépôt d'une très-faible quantité d'eau alcaline, qui se condense constamment sur les parois vitreuses; à cet effet, j'ai recouvert d'un vernis à la gomme-laque l'intérieur du tube, et j'ai introduit dans celui-ci un fragment de potasse caustique. Ces divers moyens ne retardent pas sensiblement le moment où l'étincelle cesse de passer. J'ai augmenté l'intensité du courant électrique employé. L'étincelle, fournie par une bobine de $0^{m},30$ de longueur, animée par huit grands éléments de Bunsen, n'a pas une énergie suffisante pour franchir l'espace de moins de $\frac{1}{2}$ millimètre qui sépare les fils de platine.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1131.

» L'emploi d'un courant électrique plus puissant détermine inévitablement, par le brusque échauffement qu'il produit, la rupture du tube de verre. C'est vers 40 à 50 atmosphères que les étincelles cessent de passer; les parois du tube deviennent alors faiblement lumineuses dans l'obscurité.

» Les gaz que j'ai examinés sont : l'hydrogène, l'air atmosphérique et l'azote, préalablement desséchés par leur passage sur de la potasse caustique ou de l'acide sulfurique concentré. La raie rouge ($\alpha$) de l'hydrogène prend un grand éclat à mesure que la pression augmente, et, lorsque la tension du gaz est voisine de 40 atmosphères, la région rouge du spectre est devenue si lumineuse que la raie ($\alpha$) se détache à peine sur ce fond brillant. A ce moment, la raie ($\gamma$) est complétement dissoute dans la partie la plus réfrangible du spectre. Les raies des autres gaz que j'ai examinés produisent les mêmes effets, et les moins nettes d'entre elles ont disparu quand la pression est devenue telle que le courant lumineux cesse de passer. Il arrive souvent, dans ces expériences, que le verre est attaqué; alors la raie du sodium paraît très-brillante. Lorsque je trempe la pointe des fils de platine dans un sel de soude, de lithine, de thallium ou d'un des métaux faciles à reconnaître, les raies caractéristiques de ces métaux prennent un éclat qui va croissant avec la pression, et lorsque les raies gazeuses sont à peu près effacées, les raies métalliques, quoique très-estompées, tranchent encore sur le spectre devenu sensiblement continu. Plusieurs expériences me laissent croire que, s'il était possible d'observer sous de plus fortes pressions, on obtiendrait probablement des spectres métalliques continus. J'ai mesuré dans quelle proportion l'intensité lumineuse de l'étincelle croît sous pression. A cet effet, j'emploie deux bobines d'induction, de mêmes dimensions, fournissant des étincelles de même intensité. Je comprime alors le gaz contenu dans un des tubes lumineux, et je peux comparer, par un des moyens photométriques connus, l'étincelle primitive avec l'étincelle accrue par la pression. J'ai pu ainsi établir qu'en faisant varier de 1 à 40 atmosphères la tension du gaz où se produit l'étincelle, celle-ci devient au moins 200 fois plus lumineuse. En effet, l'étincelle qui, à la pression atmosphérique, est à peine visible, peut éclairer sous pression un vaste laboratoire.

» Je crois pouvoir conclure des faits que j'ai rapportés :

» 1° Que l'étincelle qui traverse facilement les gaz raréfiés des tubes de Geissler ou de l'œuf électrique éprouve une résistance considérable, lorsqu'on la produit dans un gaz comprimé; il est probable, égale-

ment, que l'échauffement des parois du tube facilite l'écoulement de l'électricité, ainsi que les expériences de M. Regnault l'ont démontré;

» 2° Que l'éclat de l'étincelle obtenue sous la pression ordinaire devient au moins 200 fois plus grand quand on augmente la tension du gaz jusqu'au point où le courant lumineux cesse de passer. Ce fait confirme les belles expériences de Franckland sur la combustion de l'hydrogène sous pression;

» 3° Que l'intensité lumineuse des raies gazeuses croît avec la pression, et que vers 40 atmosphères, alors que la température doit être très-élevée dans le voisinage des fils, ces raies disparaissent presque complétement dans le champ du spectre, devenu très-lumineux et sensiblement continu. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Observation, à propos d'une Note récente de M. Personne, sur la présence du sélénium dans l'acide sulfurique de fabrication française.* Note de **M. Lamy.** (Extrait.)

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Personne signale comme un fait nouveau la présence du sélénium dans l'acide sulfurique de fabrication française. Je prends la liberté de faire observer que des recherches de ce genre ont été déjà faites, il y a une dizaine d'années.

» Le sélénium, comme l'arsenic, comme le thallium et d'autres corps simples que l'on peut trouver dans l'acide sulfurique commercial, proviennent de la pyrite qui a servi de matière première. Certaines pyrites, comme celles de Theux et d'Oneux (Belgique), renferment des quantités relativement très-grandes de sélénium, et surtout de thallium, tandis que d'autres, comme les pyrites non cuivreuses de Saint-Bel, près de Lyon, n'en contiennent que des traces à peine sensibles. D'autre part, pour la même nature de pyrite, si l'on isole la première chambre d'une batterie du mouvement de circulation de l'acide, on accumule la plus grande partie des éléments en question dans les dépôts de cette chambre, et l'acide sulfurique produit n'en peut renfermer que des proportions minimes.

» Tous ces faits ont été signalés à l'Académie par M. Kuhlmann, en 1863 (1). En 1862, M. Kuhlmann fils a extrait, des boues des chambres de la fabrique de Loos, du sélénium qu'il a employé plus tard à étudier le sé-

(1) *Comptes rendus*, 26 janvier 1863.

léniure, le séléniate et le sélénite de thallium (1). Enfin, on peut voir dans mon premier Mémoire sur le thallium (2) la description des procédés que j'ai suivis pour séparer ce métal des nombreux éléments auxquels il est associé dans les boues des chambres, en particulier du sélénium, de l'arsenic, du fer, du plomb, du mercure et de l'argent. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la présence du sélénium dans l'acide sulfurique de fabrication française.* Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Wurtz. (Extrait.)

« M. J. Personne a présenté à l'Académie, le 29 avril dernier, une Note dans laquelle il indique la présence du sélénium dans l'acide sulfurique fabriqué en France. Qu'il me soit permis de rappeler qu'en 1868 j'ai publié, avec M. Rosenstiehl, un travail qui a été imprimé dans le *Bulletin de la Société Chimique de Paris* (3), et dans lequel je signale la présence du sélénium dans l'acide sulfurique préparé au moyen des pyrites de Saint-Bel.

» Dans le courant de l'année 1870, j'ai adressé à l'Académie une Note sur les pertes de sodium éprouvées pendant la préparation de la soude par le procédé Leblanc, Note dans laquelle j'indique l'introduction du sélénium, dans la soude brute, par le sulfate de soude préparé au moyen d'acide sulfurique sélénifère. Le Mémoire complet est inséré au *Bulletin de la Société Chimique* de la même année (août 1870, p. 121).

» Les expériences de M. Personne confirment donc celles que j'avais entreprises sur le même sujet.

» Les boues des chambres de plomb sont très-souvent rosées, lorsqu'on a préparé l'acide sulfurique avec les pyrites de Chessy et de Saint-Bel, et il est alors facile d'en extraire le sélénium; mais il est nécessaire, pour cela, que l'acide qui occupe le fond des chambres renferme de l'acide sulfureux, ou, en d'autres termes, qu'il soit exempt de produits azotés oxydants. Le sélénium disparaît lorsqu'on concentre l'acide sulfurique dans des vases de platine pour l'amener à 66 degrés Beaumé. Mais le liquide acide à 52 degrés, tel qu'on le soutire des chambres de plomb, est très-souvent coloré en rouge. »

---

(1) *Mém. de la Société des Sciences de Lille*, 2e série, t. X, 1863.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVII, 3e série, et *Annales de l'École Normale*, t. II.

(3) Note sur la composition des résidus provenant du grillage des pyrites, par MM. A. Scheurer-Kestner et Rosenstiehl. (*Bulletin de la Société Chimique*, 1868, 1er semestre, p. 43).

CHIMIE. — *Recherche et dosage du carbone combiné dans le fer météorique.* Note de **M. Joseph Boussingault.**

« Le graphite, le fer carburé, le charbon ayant probablement appartenu à des matières bitumineuses, ont été signalés dans les fers et les pierres météoriques. Mes recherches ont eu uniquement pour but de constater si, dans certains fers d'origine cosmique, il y a du carbone au même état que celui où on le trouve dans les fers provenant des usines, dans l'acier; état désigné par les métallurgistes sous le nom de *carbone combiné*, et dont peut-être le caractère le plus saillant est de disparaître complétement pendant l'émission du gaz hydrogène résultant de l'attaque du métal par un acide. Le carbone combiné ne peut donc être mis en évidence que par les procédés employés pour le doser dans les fers et les aciers: la chloruration opérée par le bichlorure de mercure.

» I. *Fer météorique de Caille (Alpes-Maritimes):*

» Ce fer était en copeaux. Après l'avoir traité par une solution de potasse, puis par l'éther, pour éliminer les matières organiques qui pouvaient adhérer à la surface, on l'a séché dans un courant de gaz hydrogène maintenu au rouge naissant.

| | |
|---|---|
| $0^{gr}$,986 de fer chloruré ont donné pour résidu une matière charbonneuse d'un noir mat et très-divisée, pesant..... | $0^{gr}$,0065 |
| Après la combustion et la réduction.................. | 0,0050 |
| Carbone brûlé.................. | 0,0015 |

» II. Un fragment de fer de Caille pesant 5 grammes a été chloruré. Résidu charbonneux, noir, terne, extrêmement divisé.

| | |
|---|---|
| Poids............................ | $0^{gr}$,0330 |
| Après combustion et réduction......... | 0,0270 |
| Carbone disparu ......... | 0,0060 |

» Après la chloruration, le charbon, très-volumineux, a brûlé à la manière de l'amadou, quand on eut chauffé l'extrémité de la nacelle de platine dans laquelle il était déposé.

» Dans les expériences I et II, $5^{gr}$,986 de fer ont donné :

Carbone................. $0^{gr}$,0075.

» Pour 1 gramme :

Carbone combiné.......... $0^{gr}$,0012

» C'est la proportion qu'on trouve dans certains fers d'usine.

» III. 1 gramme de fer de Caille a donné à l'analyse :

| | |
|---|---|
| $Fe^2O^3$.................... | 1gr,279 |
| NiO.................... | 0gr,124 |

» IV. De 1gr,2 de fer on a obtenu :

| | |
|---|---|
| NiO.................... | 0gr,151 |
| Nickel.................... | 0gr,1188 |

» 1 gramme de fer météorique a donné par la méthode volumétrique :

| | |
|---|---|
| Fer.................... | 0gr,8973 |

| | III. | IV. |
|---|---|---|
| Fer.................... | 89,53 | 89,73 |
| Nickel.................... | 9,76 | 9,90 |
| Carbone combiné.............. | 0,12 | 0,12 |
| Insoluble dans l'acide, substances indéterminées, pertes (1)..... | 0,59 | 0,25 |
| | 100,00 | 100,00 |

» On a reconnu des traces de soufre; on n'a pas réussi à mettre en évidence la présence du chrome; on n'a pas cherché le cobalt.

» Ces deux analyses, faites sur deux fragments de fer, diffèrent notablement de celles faites antérieurement par le duc de Luynes et M. Rivot :

| | Rivot. | | | de Luynes. |
|---|---|---|---|---|
| Fer.................... | 92,3 | 92,7 | | 87,6 |
| Nickel.................... | 6,2 | 5,6 | | 11,4 |
| Chrome, cobalt, silicium....... | » | 00,9 | Cuivre.... | traces |
| | 98,5 | 99,2 | | 99,0 |

» *Fer météorique de Lenarto (Hongrie) :*

» I. 1gr,265 chloruré par le bichlorure de mercure :

| | gr |
|---|---|
| Poids du résidu.................... | 0,0040 |
| Après combustion et réduction......... | 0,0040 |
| Carbone.................... | 0,0000 |

» II. 1 gramme chloruré :

| | gr |
|---|---|
| Poids du résidu.................... | 0,0045 |
| Après combustion et réduction......... | 0,0045 |
| Carbone.................... | 0,0000 |

(1) Le résidu insoluble dans l'acide paraît contenir du fer chromaté.

» Le résidu obtenu après la chloruration était d'un gris métallique; chauffé à l'air, on remarquait quelques étincelles brillantes. La matière brûlée, probablement des particules de fer, prenait une teinte brune qui disparaissait par la réduction dans le courant de gaz hydrogène.

» Il n'y aurait donc pas de carbone combiné dans le fer de Lenarto, ni du graphite, qu'on aurait certainement aperçu dans le résultat de la chloruration.

» De $1^{gr},265$ de fer soumis à l'action du bichlorure de mercure on a retiré :

| | |
|---|---|
| Ni O | $0^{gr},138$ |
| Nickel | $0^{gr},1086$ |

et une trace de cuivre.

» Dans 1 gramme de fer météorique, on a dosé par la méthode volumétrique :

| | |
|---|---|
| Fer | $0^{gr},915$ |

» L'échantillon examiné contenait :

| | |
|---|---|
| Fer | 91,50 |
| Nickel | 8,58 |
| Cuivre | indices |
| Carbone | 0,00 |
| Soufre | 0,00 |
| Résidu insoluble | 0,30 |
| | 100,38 |

» On n'a pas cherché le phosphore, le chrome, le cobalt. Cette composition diffère peu de celle que Wehrle assigne au fer de Lenarto :

| | |
|---|---|
| Fer | 90,9 |
| Nickel | 8,5 |
| Cobalt | 0,7 |
| Cuivre | traces |
| | 100,1. » |

TOXICOLOGIE. — *Recherches sur l'action des bases et des alcaloïdes tirés de l'opium, tels que la morphine, la codéine, la narcéine, la thébaïne, la narcotine, la papavérine, la méconine, l'acide opianique.* Note de **M. Bouchut.** (Extrait par l'auteur.)

« *Conclusions.* — De l'ensemble de faits observés sur des enfants de trois à treize ans, et sur quelques sujets plus avancés en âge, il résulte :

» 1° Que les alcaloïdes tirés de l'opium, administrés par l'estomac ou

par le tissu cellulaire, se divisent en deux groupes, l'un comprenant les alcaloïdes doués de propriétés soporifiques, et l'autre les alcaloïdes qui sont inertes;

» 2° Que ceux qui font dormir ont une action différemment énergique;

» 3° Que, aux doses assez fortes où il est possible de les administrer, il n'y en a pas qui ait d'action convulsivante;

» 4° Que ceux qui font le mieux dormir sont ceux qui sont toxiques lorsqu'on les emploie à des doses trop considérables;

» 5° Que la morphine et les sels de morphine sont les préparations les plus actives de l'opium;

» 6° Que la codéine vient après la morphine, pour les propriétés dormitives et anesthésiques;

» 7° Qu'il faut employer trois fois plus de codéine que de morphine, pour avoir des effets soporifiques et anesthésiques semblables;

» 8° Que la narcéine ne vient qu'après la morphine et la codéine, pour ses propriétés dormitives, et qu'on peut, si elle est bien pure, en faire absorber des doses considérables sans produire d'effet appréciable;

» 9° Que la papavérine, en injections dans le tissu cellulaire à la dose de 10 centigrammes, et dans l'estomac à la dose de 1 gramme, n'a aucune action;

» 10° Que la narcotine à 50 centigrammes n'a aucun effet narcotique ou anesthésique;

» 11° Que la thébaïne à 50 centigrammes est absolument inerte;

» 12° Que la méconine à 30 et 50 centigrammes ne produit aucun effet appréciable;

» 13° Que l'acide opianique est une substance inerte;

» 14° Que, dans l'usage médical, il n'y a que l'opium d'abord, puis la morphine et la codéine, qui soient utiles aux malades;

» 15° Qu'enfin la différence des résultats obtenus par les observateurs, sur les propriétés des alcaloïdes et des bases de l'opium, dépend de l'état de pureté ou d'impureté des substances soumises à l'expérimentation. »

CHIMIE. — *Sur le sulfhydrate de chloral (chloral sulfuré).* Note de **M. H. Byasson**, présentée par M. Ch. Robin.

« En soumettant le chloral anhydre à un courant d'hydrogène sulfuré sec, à la température ordinaire, ce gaz est absorbé, et si le courant est suffisamment rapide, il y a production très-sensible de chaleur. Bientôt le

chloral anhydre liquide devient presque solide et, pour terminer la réaction, il est nécessaire de soulever le tube adducteur de façon qu'il affleure à la surface. Au bout de vingt-quatre heures environ, la réaction est terminée. Le corps formé est complétement solide, blanc, présentant à sa surface quelques portions colorées en jaune rougeâtre. En purifiant ce corps par distillation d'abord, puis par cristallisation dans l'éther ou l'alcool anhydre, on obtient le sulfhydrate de chloral pur présentant les caractères suivants :

» Il est blanc, d'une odeur très-désagréable, d'une saveur spéciale qui rappelle celle du chloral hydraté. Il cristallise, par évaporation lente de sa dissolution dans l'éther, l'alcool anhydre, le chloroforme, soit en lamelles rhomboïdales, soit en prismes droits à quatre pans. Il fond vers 77 degrés et bout à la température de 123 degrés sous la pression de 0,7385. Il s'évapore à la manière du camphre et ses vapeurs noircissent à une grande distance les papiers humides imprégnés d'un sel soluble de plomb. Il est soluble en toute proportion dans l'alcool anhydre, l'éther, le chloroforme. En présence de l'eau, il se décompose lentement, avec dépôt de soufre, formation d'hydrogène sulfuré qui se dégage, d'acide chlorhydrique et de chloral hydraté, qu'on retrouve dans l'eau, et d'une petite quantité d'un liquide qui se dépose et qui nous a présenté le caractère du tétrachlorure de carbone. Il est certain qu'en présence de l'eau la réaction est très-complexe, parce que l'hydrogène sulfuré exerce son action réductrice sur le groupement $C^4HCl^3O^2$, comme le prouvent le dépôt de soufre, la formation de l'acide chlorhydrique et du chlorure de carbone.

» Sous l'influence des alcalis hydratés ou de l'ammoniaque en dissolution dans l'eau, la réaction à froid est rapide, le liquide se colore en brun jaunâtre, du chloroforme se dépose. La solution renferme du sulfhydrate de sulfure, du métal alcalin, du formiate et du chlorure de la même base. Cette réaction, analogue à celle que présente le chloral hydraté et dans laquelle la formation du chlorure est secondaire, peut être représentée par l'équation suivante :

$$C^4HCl^3O^2, 2HS + 2(KO, HO) = C^2HCl^3 + C^2HKO^4 + KS, HS + 2HO.$$

» Soumis à l'action de l'acide nitrique concentré, le sulfhydrate de chloral s'oxyde rapidement, le dégagement des vapeurs nitreuses est intense, et la réaction doit être pratiquée sur de petites quantités à la fois. On retrouve dans le liquide de l'acide sulfurique et de l'acide trichloracétique dont on peut d'ailleurs manifester promptement l'existence par la produc-

tion du chloroforme au moyen de la potasse et que nous avons isolé par distillation. Cette réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$C^4HCl^3O^2, 2HS + 4(AzO^5, HO)$$
$$= C^4HCl^3O^4 + 2(SO^4H) + 3AzO^2 + AzO^4 + 4HO.$$

» L'acide sulfurique concentré n'a pas à froid d'action marquée; à chaud il y a production de chloral anhydre, dégagement d'hydrogène sulfuré et d'acide sulfureux avec dépôt de soufre.

» En oxydant avec précaution ce corps sous l'influence de l'acide nitrique, avec addition à la fin de la réaction de chlorate de potasse, et en dosant l'acide sulfurique produit, à l'état de sulfate de baryte, nous avons trouvé pour $0^{gr},50$, et comme moyenne de trois essais comparatifs, $0^{gr},635$ de sulfate de baryte, nombre suffisamment rapproché de $0^{gr},642$ qu'il faudrait trouver en admettant la formule $C^4HCl^3O^2, 2HS$.

» Nous fondant, d'une part, sur les réactions précédentes, d'autre part sur le dosage du soufre, nous représentons la formule de ce corps par $C^4HCl^3O^2, 2HS$. On voit que la formule du sulfhydrate n'est autre que celle de l'hydrate, en remplaçant l'eau par l'hydrogène sulfuré.

» Ce corps étant décomposé par l'eau, l'alcool non anhydre, son administration présente des difficultés. Des animaux (cochons d'Inde), ayant reçu en injection sous-cutanée et en dissolution dans l'éther des doses variant de $0^{gr},20$ à $0^{gr},60$ de ce corps, ont présenté les phénomènes suivants (nous avions le soin d'agir chaque fois comparativement sur deux animaux semblables, dont l'un recevait une injection d'éther) :

» Diminution de la température d'environ 1 degré (39°,2 à 38°,3); résolution musculaire avec sommeil paisible durant environ deux heures, pas de diminution notable de la sensibilité, légère accélération des battements du cœur. Après le sommeil, l'animal revient rapidement à l'état normal. »

HELMINTHOLOGIE. — *Sur le développement des Cestoïdes inermes.* Note de **M. J.-P. Mégnin**, présentée par M. Robin.

« Le travail de M. Mégnin repose sur l'observation d'un cheval mort de péritonite, sur lequel il trouva deux kystes contenant plusieurs petits *Tænias* et communiquant avec l'iléum, contre la muqueuse duquel adhéraient beaucoup d'autres vers semblables.

» Si nous cherchons maintenant à déterminer l'espèce à laquelle il ap-

partient, nous ne trouvons, dit l'auteur, ni dans Dujardin, ni dans Gervais et van Beneden, ni dans Davaine, aucune description d'espèces s'appliquant parfaitement à notre petit *Tænia;* il est évidemment voisin du *Tænia perfoliata* (Goeze), du *Tænia plicata* (Rud.), du *Tænia mamillana* (Mehlis); mais c'est d'une espèce innommée, décrite par M. Baillet (1) et trouvée par lui dans le gros intestin d'un mulet, qu'il se rapproche le plus. En voici la description :

» TÆNIA... *Tænia*...? Vers long de 6 à 7 centimètres. Tête tétragone assez épaisse, large de $2\frac{1}{2}$ millimètres à 3 millimètres, portant en arrière quatre appendices (deux de chaque côté) qui la débordent, et s'appuient sur les premiers anneaux. Quatre ventouses circulaires assez saillantes, fortement creusées au centre. Point de trompe ni de crochets. Corps ayant de 4 à 5 millimètres de largeur en arrière de la tête et s'élargissant ensuite très-rapidement jusqu'à avoir bientôt une largeur de 14 à 15 millimètres, qu'il conserve dans tout le reste de son étendue; très-finement denticulé en scie sur ses bords et formé par des anneaux qui semblent appliqués les uns contre les autres comme les feuillets d'un livre, et n'adhèrent entre eux que suivant une ligne médiane transversale au grand axe du ver. Chacun des anneaux postérieurs mis à plat est elliptique, ayant 14 millimètres dans le sens qui correspond à la largeur du strobile, et 4 à 5 millimètres dans l'autre sens. Sa partie médiane est occupée par une matrice simple, allongée dans le sens du grand axe de l'anneau et se terminant vers chacun des bords par un angle très-aigu. Chaque anneau ne présente qu'un seul testicule formé par une ampoule dont le cul-de-sac est tourné vers le centre de l'anneau, et dont l'autre extrémité s'amincit en un tube grêle qui se recourbe vers son origine, puis revient vers le bord de l'anneau et se verse dans un tube d'un plus fort diamètre assez long, s'amincissant lui-même à son extrémité libre en un pénis. OEufs irrégulièrement cuboïdes anguleux, ayant un diamètre de $0^{mm},063$ à $0^{mm},072$. »

» Comparons maintenant le tænia de M. Baillet avec le nôtre. La taille de celui-ci, loin d'être uniforme, est de 5 millimètres à 2 centimètres; la tête, quelle que soit la taille des individus, varie peu de dimensions : elle a à peu près 2 millimètres de largeur sur un peu moins d'épaisseur; elle est tétragone, et ses quatre ventouses saillantes sont largement percées; elle est prolongée de chaque côté par une paire de lobes qui s'appuient sur les premiers anneaux. Ces anneaux, au nombre de 60 à 80, sont très-minces et sont juxtaposés comme les feuillets d'un livre par leur plat; leur longueur varie suivant la largeur de la région du corps où on les examine; leur largeur est d'environ 1 millimètre; ils n'adhèrent que par le milieu de leur face plane. Ces feuillets ou anneaux ne présentent ni organes génitaux ni ovaires; écrasés jusqu'à transparence parfaite, ils ne montrent qu'un

(1) Art. *Helminthe* du nouveau *Dict. de médecine vétér.* de Bouley et Reynal.

tissu amorphe, homogène, comme sarcodique, en sorte que nous sommes amené à conclure que notre tænia, quoique ayant déjà la forme de *strobile*, n'est pas encore adulte et vient à peine de quitter l'état de *scolex*.

» Comme il ne diffère guère de celui de M. Baillet que par sa taille plus petite et par l'absence d'organes sexuels, que la tête, la forme et la disposition des anneaux sont les mêmes, nous sommes amené à penser qu'ils sont de la même espèce et qu'ils ne diffèrent que par l'âge : notre tænia est au début de l'état strobilaire; celui de M. Baillet est à l'âge de l'émission des *proglottis*.

» Mais ce que notre observation a surtout d'intéressant, c'est qu'elle montre ce qui n'avait encore été vu par personne, savoir : le lieu où se développe le *scolex* du *tænia inerme* innomné. C'est dans des kystes péri-intestinaux, kystes qui résultent peut-être, nous pouvons même dire probablement, de la transformation d'une hydatide polycéphale encore inconnue (nous ne disons pas cysticerque, puisque ces *scolex* sont toujours monocéphales), et dont la communication avec l'intestin est certainement le résultat du passage répété par la même voie d'un grand nombre de ces petits vers, s'introduisant dans le tube digestif, au fur et à mesure de leur développement et de leur séparation d'avec leur nourrice-mère. Nous avons une preuve, du reste, que ces kystes ne communiquent pas toujours avec la cavité de l'intestin. L'autopsie nous a en effet montré une tumeur qui n'est qu'un kyste avorté, non ouvert, et dont la cavité, en tout semblable à celle des autres kystes (moins la fistule), montrait une matière pultacée, blanche, molle, résultant évidemment de la décomposition des vers qu'elle contenait, morts par suite d'une cause inconnue; la même matière existait, mais en moins grande quantité, dans les kystes à vers vivants, mélangée à des débris organiques végétaux provenant du chyme; elle contenait, aussi bien dans le kyste fermé que dans les kystes ouverts, des cellules de différentes grandeurs ayant l'apparence d'ovules; nous les signalons sans nous prononcer sur leur nature ni sur l'importance de leur présence.

» Il nous semble maintenant que rien ne s'oppose à ce qu'on puisse émettre une opinion très-vraisemblable sur le développement de cette espèce de *Tænia inerme*. Les œufs laissés par les proglottis du tænia vivant dans l'intestin même du cheval, ou mieux déglutis avec les herbes sur lesquelles ils auraient été déposés, donnent naissance à un *proscolex*, probablement armé comme celui du *Tænia perfoliata* (Gœze), qui s'attache à la muqueuse de l'intestin grêle, la traverse ainsi que les couches musculeuses, peut-être par la voie des chylifères, et s'arrête immédiatement après, sous

le péritoine, ou même reste dans l'épaisseur de la couche musculeuse, comme le kyste. Là le *proscolex* devient *scolex* sous la forme d'une hydatide polycéphale; puis, chaque *scolex*, arrivé à maturité, se détache, prend la forme strobilaire, repasse par le chemin tracé par le *proscolex*, et va s'attacher à la muqueuse intestinale, où s'opèrent les dernières phases de son développement. Le passage répété des petits tænias par le même chemin explique la persistance de la fistule dont le *proscolex* est le premier auteur, et c'est peut-être la disparition de cette fistule qui a causé la mort des vers de l'un des kystes. Quoi qu'il en soit, le jeune tænia déjà à l'état de strobile, malgré qu'il soit encore agame, comme nous l'avons vu, ne tarde pas à devenir sexué, et à prendre la taille et la forme décrites par M. Baillet; puis il émet des proglottis remplis d'œufs, qui sont rejetés au dehors avec les excréments, et mis en contact avec les herbes des pâturages.

» Là, ils peuvent être absorbés par des herbivores de la même espèce que celui dont ils proviennent, de sorte que, sans l'intervention d'insectes, d'animaux inférieurs ou même de carnassiers, on se rend compte du mode de développement et de propagation des *tænias inermes* chez nos grands animaux domestiques. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Végétaux silicifiés d'Autun; observations sur la structure du Dictyoxylon*. Note de **M. B. Renault**, présentée par M. Brongniart.

« Le nom de *Dictyoxylon* a été donné par M. Brongniart, dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle, à des échantillons provenant de fragments de tiges trouvés avec les autres végétaux silicifiés des environs d'Autun, seule localité où, jusqu'à ce jour, on les ait rencontrés. La structure du tissu ligneux, formé de bandes qui s'entrecroisent, ou plutôt s'anastomosent dans la direction rayonnante et dans le sens longitudinal, produisant par leur trajet sinueux de larges mailles occupées par du tissu cellulaire, a été l'origine du nom donné à ce végétal. Le tronc de ce végétal n'a jamais été rencontré complet, et les fragments présentant une section transversale étendue sont extrêmement rares; le plus souvent, ils ne se composent que de portions de tissu ligneux, auxquelles se trouvent adhérente soit un peu d'écorce, soit une petite partie de la moelle centrale. Ce tissu cellulaire intérieur n'a même été rencontré que dans deux échantillons.

» Les échantillons ne se sont jamais présentés sur une grande étendue en longueur; ce sont, le plus souvent, des sortes de plaques ligneuses de

8 à 30 millimètres d'épaisseur, atteignant 10 à 12 centimètres de largeur, quelquefois à peine courbés, d'autres fois formant un cylindre presque complet, souvent brisés en plusieurs fragments. D'après les échantillons que j'ai vus, le diamètre de ces tiges devait dépasser 12 à 15 centimètres; elles étaient cylindriques, comme l'indique un des échantillons.

» On remarque dans la couche ligneuse une tendance fréquente à se séparer par zones concentriques, comme s'il y avait des surfaces cylindriques de moindre résistance, déterminant, sous l'action d'une pression extérieure, la division du tissu ligneux silicifié, mais non encore durci, en cylindres concentriques sensiblement de même épaisseur.

» Un échantillon semble présenter trois de ces zones, dont l'intervalle est occupé par de la silice noircie par des traces de carbone. On ne saurait y voir des zones d'accroissement annuel, car ce phénomène ne se présente pas sur tous les échantillons.

» Les échantillons de Dictyoxylon sont souvent colorés en jaune brun et opaques, de sorte que les détails de structure sont difficiles à saisir; mais il suffit de les faire bouillir dans l'eau régale qui dissout le sesquioxyde de fer et la matière organique, pour leur donner la transparence nécessaire.

» Les fragments de tige rencontrés jusqu'à présent se composent de la moelle, de la zone ligneuse et de l'écorce.

» La moelle ou tissu placé à l'intérieur de la zone ligueuse, rarement conservée, se montre dans quelques échantillons comme formée de petites cellules hexagonales qui se continuent dans l'intervalle des faisceaux ligneux par des cellules dont la coupe transversale est généralement quadrangulaire; je n'y ai jamais rencontré de faisceaux vasculaires ni de partie centrale renfermant ces éléments qui, généralement, se conservent mieux que les autres tissus.

» Le tissu ligneux se compose de lames rayonnant obliquement du centre à la circonférence, s'écartant les unes des autres, puis s'anastomosant de façon à laisser par leur entrecroisement apparent, soit horizontalement, soit dans le sens vertical, de nombreux espaces occupés par du tissu cellulaire.

» Certaines écorces, comme celle du tilleul, rappellent, sur une coupe tangentielle, cette disposition réticulée particulière.

» Il est facile de remarquer que les mailles du réseau rempli de tissu cellulaire augmentent d'épaisseur en se rapprochant de la circonférence par l'écartement plus grand des lames qui les forment. Dans la partie externe, ces mailles sont occupées par des cellules dont la section longitudinale est

sensiblement rectangulaire, tandis que, dans la partie voisine de la moelle, ces cellules paraissent beaucoup plus allongées et analogues au tissu fibreux.

» Les cellules allongées qui forment le tissu ligneux n'ont pas plus de $0^{mm},5$ à $0^{mm},6$ de longueur sur une largeur de $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$. On ne reconnaît à leur surface aucune perforation ni aucune ligne saillante; leurs parois sont toutes semblables et uniformes; sur les coupes tangentielles, elles sont atténuées à leurs deux extrémités et fusiformes; sur une coupe radiale, elles présentent une forme tronquée et sont disposées par bandes transversales régulières plus ou moins étendues. Dans les nombreuses sections verticales que j'ai faites, je n'ai jamais rencontré de faisceaux vasculaires verticaux s'étendant au milieu de ce tissu.

» Le tissu ligneux se compose donc uniquement de bandes rayonnantes dont les éléments sont des cellules médiocrement allongées et qui forment un réseau dont les mailles sont occupées par du tissu cellulaire; mais il peut être traversé par des faisceaux vasculaires se dirigeant presque horizontalement vers l'écorce pour aboutir à une feuille. Les faisceaux de cette nature sont très-rares, ils semblent se perdre dans l'épaisseur du bois, ou du moins je n'ai pas pu les suivre bien loin de la surface. Ils sont formés de vaisseaux scalariformes et de quelques trachées déroulables. Des coupes perpendiculaires à la direction d'un de ces faisceaux montrent les modifications qu'il éprouve dans son parcourt et sa structure très-particulière.

» Le tissu placé au dehors de la zone ligneuse constitue une écorce celluleuse formée uniquement de petites cellules polyédriques qui s'allongent un peu en se rapprochant du tissu ligneux. L'écorce était recouverte d'un épiderme lisse qui ne persiste que sur peu d'étendue dans les échantillons fort rares qui offrent leur surface externe.

» La partie la plus intéressante de l'écorce est sans contredit celle qui correspond aux cicatrices foliaires qui jettent quelque lumière sur la nature du végétal; la forme de ces cicatrices est celle d'un quadrilatère à diamètres légèrement inégaux, le plus grand étant vertical et les angles plus ou moins arrondis, surtout l'inférieur, les latéraux plus aigus.

» Au centre de la cicatrice se trouve une ouverture légèrement lunulée, qui donnait passage au faisceau vasculaire de la feuille, et de chaque côté les traces des deux cavités elliptiques, qui, dans les coupes du faisceau vasculaire, accompagnent le faisceau central, et qui sur sa section transversale présentent une concavité dirigée vers ce faisceau central. Ces cicatrices sont disposées en quinconce, et la distance de leur centre est, dans le sens horizontal, de 35 à 40 millimètres, et, dans le sens vertical, de 25 à 30. Mais ces

distances peuvent être moindres. M. Brongniart, auquel j'ai communiqué ces échantillons, m'a signalé la ressemblance frappante que ces cicatrices offrent dans leur forme et leur disposition avec celles du *Sigillaria Lepidodendrifolia* (Hist. vég. fon., I, p. 426, Pl. 161). Si ce rapprochement est exact, ce serait la troisième sigillaire dont la structure interne serait connue : *Sigillaria elegans*, Brong.; *Sigillaria vascularis*, Binney, et *Sigillaria Lepidodendrifolia*. Mais les différences de structure interne paraissent au premier abord si considérables entre ces trois plantes, qu'on peut douter de leur analogie fondée seulement sur la forme des cicatrices des feuilles. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éruption actuelle du Vésuve*. Extrait d'une Lettre de **M. Palmieri** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Naples, 5 mai 1872.

» Je ne vous ferai pas de la dernière éruption une relation qui dépasserait les limites d'une simple lettre (1). Je veux seulement vous exposer quelques faits que je crois dignes de l'attention des savants.

» La nuit du 26 avril, une grande fente s'est déclarée sur le cône du Vésuve, du côté sud-ouest, et près de celle de 1858, mais très-large et plus profonde que celle de 1850. Cette fissure se prolongeait sur l'Atrio del Cavallo jusqu'à une centaine de mètres des escarpements du Monte di Somma. La lave n'en sortait que sur l'étendue de l'Atrio; on n'en voyait point sur le reste de la fissure. En s'échappant, cette lave soulevait les scories anciennes de 1855, 1858, 1868 et 1871, et formait une colline d'environ 60 mètres de hauteur, qui, de loin, ressemblait à une chaîne de montagnes. De la base de cette colline, la lave sortait avec une merveilleuse tranquillité, sans bruit et sans projections. Il ne s'est donc produit, sur toute l'étendue de la fissure, aucun de ces cônes excentriques ou adventifs, que j'ai toujours vus en pareille occasion. De là vient que la fissure est représentée par une dépression sur le cône et par une colline allongée sur le *Piano*.

---

(1) Qu'il me soit permis de regretter qu'aucun de nos savants correspondants de Naples ne nous ait adressé une relation de cette éruption. En moins de quatre pages, assurément, l'un d'eux aurait pu nous fixer sur les principaux traits d'un événement dont on ne peut se faire une idée juste d'après les récits des journaux. La présente Communication, tout intéressante qu'elle est, n'est pas suffisante pour cet objet. Elle ne nous rend pas complétement compte, par exemple, des deux belles photographies obtenues par M. Tell-Meuricoffre, et que j'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie dans la dernière Séance.

(Ch. S.-C. D.)

» Un autre fait singulier, c'est que, dans le *Fosso della Vetrana*, la lave, qui avait une largeur de 800 mètres, a fait successivement, et en trois points différents, de véritables éruptions, en projetant des globes de vapeur et des scories incandescentes. Ce phénomène arrivait chaque fois près des bords de la coulée, où se forment les moraines et le plus grand nombre des fumerolles. Les fumées qui s'échappaient de ces bouches passagères étaient de couleur plus foncée que celles de la lave, et, vues de Naples, elles ont fait croire à l'existence de nouvelles bouches menaçant l'Observatoire. Chacune de ces petites éruptions durait une demi-heure.

» La colonne de vapeurs, de cendres et de lapilli était presque toujours poussée, par la direction du vent, sur l'Observatoire; ce qui m'a permis de faire d'intéressantes observations électrométriques avec mon appareil bifilaire à conducteur mobile. Il en résulte que la vapeur seule, sans cendres, donne de fortes indications d'électricité positive, la cendre seule, d'électricité négative, et que, lorsque les deux choses sont réunies, on observe de très-curieuses alternatives, que je ne peux décrire ici. Les éclairs ne se produisent dans la vapeur qu'autant que celle-ci est mélangée à une grande quantité de cendres, et il n'est pas exact, comme l'ont affirmé les anciens historiens du Vésuve, que ces éclairs aient lieu sans tonnerre. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des gaz humides.* Note de **M. AMAGAT**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« Le but des expériences qui font l'objet de cette Note a été d'examiner le rôle de l'humidité dans la dilatation des gaz. L'appareil que j'ai employé est celui qui m'a déjà servi dans mon travail sur la dilatation des gaz, et que j'ai sommairement indiqué dans une précédente Communication (4 juillet 1870).

» J'ai trouvé qu'en représentant par 0,00367 le coefficient de l'air sec, celui de l'air non desséché, et ayant même traversé un flacon laveur rempli d'eau, est compris entre 0,00368 et 0,00369; dans beaucoup d'expériences, où j'avais simplement négligé de dessécher, il n'a pas même atteint le nombre 0,00368.

» Avec l'acide sulfureux humide, l'influence de l'humidité est plus considérable; en représentant par 0,00390 le coefficient du gaz sec, celui du gaz humide a été compris entre 0,00395 et 0,00396.

» Dans tous les cas, il résulte des nombres précédents :

1° Que, pour peu qu'on prenne quelques précautions pour dessécher les

gaz, leur dilatation est loin d'être aussi augmentée (les vases étant secs) que l'ont cru quelques savants, qui ont attribué complétement à la présence de la vapeur d'eau les différences qui existent entre les coefficients des différents gaz;

2° Qu'il est complétement impossible de fonder une méthode hygrométrique sur la variation du coefficient de dilatation de l'air due à l'humidité, cette variation étant difficilement appréciable, même pour des états hygrométriques très-différents. »

PHYSIQUE. — *Sur les paratonnerres à conducteurs multiples;* *par* **M. MELSENS.** [Extrait (1).]

« Dans la séance de l'Académie du 10 juillet 1865 (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 84), j'ai appelé l'attention sur un nouveau système de paratonnerres, à conducteurs aériens multiples et à conducteurs souterrains multiples, les premiers formant une immense aigrette composée de nombreuses pointes effilées. Les détails nécessaires pour faire comprendre la disposition du paratonnerre établi sur l'hôtel de ville de Bruxelles exigeraient le secours de quelques figures, qu'on trouvera dans mon Mémoire.

» J'appelle l'attention des physiciens sur le système de paratonnerres à conducteurs multiples, persuadé que son établissement, si facile et si simple, si peu coûteux et d'une réparation commode, le fera adopter partout, mais principalement à la campagne pour les clochers, pour les fermes, etc. Je m'occupe de la rédaction d'une instruction détaillée. Je pense que l'idée de Gay-Lussac est susceptible d'une large application. L'illustre physicien, après avoir conseillé les conducteurs de 15 à 20 millimètres carrés, disait :

« *On pourrait même les faire plus petits* et se servir d'un simple fil métallique, pourvu qu'arrivé à la surface du sol on le réunît à une barre métallique de 10 à 13 millimètres carrés, qui s'enfonçât dans l'eau ou dans une couche humide. Le fil, à la vérité, serait sûrement dispersé par la foudre; mais il lui aurait tracé sa direction jusque dans le sol et l'aurait empêchée de se porter sur les corps environnants.... Et nous ne proposons de réduire le conducteur à un fil de métal que pour diminuer les frais de construction des paratonnerres et les mettre à la portée de toutes les fortunes. »

**M. DECHARME** adresse une Note intitulée : « Du mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires, comparé à l'écoulement

(1) Le Mémoire de M. Melsens ne peut être compris qu'à l'aide des nombreuses figures de détail dont il est accompagné. Il sera publié ailleurs *in extenso*.

des mêmes liquides sous pression artificielle constante dans ces sortes de tubes ».

L'auteur s'est proposé surtout de rapprocher ici les résultats obtenus par lui sur l'ascension des liquides dans les tubes capillaires (1), de ceux de M. *Poiseuille* sur l'ascension des liquides dans ces tubes, sous pression constante (2). Il trouve, entre ces deux sortes de mouvements, des différences capitales, montrant que les deux ordres de phénomènes sont bien distincts et qu'il n'existe entre eux jusqu'ici aucune relation connue.

M. **Clos** adresse une Note relative à une partie de la feuille à laquelle il donne le nom de *prélimbe*.

Cet organe se présente, avec une netteté particulière, dans diverses espèces de *Melampyrum*, où il forme des dents ciliées ou des bractées à crête; dans le *Rhinanthus minor*, dans plusieurs Labiées, où il constitue les larges membranes qui entourent les faux verticilles des fleurs; enfin, chez un grand nombre d'Euphorbes, où les feuilles florales en cœur, dues au prélimbe, n'ont aucune ressemblance avec les feuilles linéaires de la tige.

M. **Garrigou** adresse une Note sur la nature du principe sulfureux des eaux de Luchon. L'auteur conclut que le principe sulfureux des eaux de Luchon est un monosulfure alcalin. Suivant les sources, c'est du sulfhydrate de sulfure de sodium, ou de l'acide sulfhydrique libre.

M. E. **Blanqui** adresse, par l'intermédiaire de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Lettre écrite par lui à M. le Président de la République, sur un instrument de mathématiques qu'il a soumis au jugement de l'Académie.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Géométrie.

M. **Botesu** adresse, de Jassy (Roumanie), un « Mémoire sur la propriété de la série harmonique ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Serret.

M. **Peslin** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 1er avril 1872, t. LXXIV, p. 936.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VI, p. 63; t. VII, p. 50, et t. XXI, p. 76.

Mémoire sur les mouvements généraux de l'atmosphère, Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son doyen M. *Ch. Dupin*, présente la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Combes*.

| | |
|---|---|
| *En première lignè* . . . . . . | M. TRESCA. |
| *En deuxième ligne, par ordre alphabétique*. . . . . . . . | M. BOUSSINESQ.<br>M. BRESSE.<br>M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.<br>M. MAURICE LEVY.<br>M. RESAL. |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 mai 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Du roulis sur mer houleuse, calculé en ayant égard à l'effet retardateur produit par la résistance de l'eau; par* M. DE SAINT-VENANT. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg;* t. XVI.) Paris, 1871; br. in-8°.

*Le mal social et ses remèdes prétendus. Études critiques en faveur du vrai remède; par* Th. HENRI-MARTIN. Paris, 1872; br. in-8°.

*Le délire des persécutions; par* le Dr LEGRAND DU SAULE. Paris, 1871; vol. in-8°. (Présenté pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

*Traité pratique des maladies des yeux, contenant des résumés d'anatomie des divers organes de l'appareil de la vision; par* le Dr FANO; t. II. Paris, 1866; vol. in-8°.

*Chimie organique élémentaire; leçons professées à la Faculté de Médecine; par* Édouard GRIMAUX. Paris, 1872; vol. in-12.

*Les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne. Expériences agricoles faites à Rochet en* 1869; *par* C. SAINTPIERRE. (Extrait du *Messager agricole* du 5 juin 1870.) Montpellier et Paris, 1870; br. in-8°.

*Sur la décomposition spontanée du bisulfite de potasse; réponse aux observations de M. Langlois; par* C. SAINTPIERRE. Paris, 1871; demi-feuille in-4°.

*Nouvelles recherches sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne. Expériences agricoles faites à Rochet en* 1870; *par* C. SAINTPIERRE. (Extrait du *Messager agricole* du 10 mai 1871.) Montpellier et Paris, 1871; br. in-8°.

*Analyse des gaz du sang. Comparaison des principaux procédés, nouveaux perfectionnements; par* C. SAINTPIERRE. Montpellier et Paris, 1872; br. in-8°.

*Mémoire sur la théorie du développement précoce des animaux domestiques; par* M. A. SANSON. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin, n° de février 1872.) Paris; br. in-8°.

*Astronomical and meteorological observations made at the United-States naval Observatory during the year* 1869; *published by authority of the hon. Secretary of the Navy.* Washington, 1872; vol. grand in-4°.

*Astronomische mittheilungen; von* Dr Rudolph WOLF. Februar 1872; br. in-8°.

*Sulle ghiaie delle colline pisane e sulla provenienza loro e delle sabbie che insieme costituiscono la parte superiore dei terreni pliocenici della Toscana; per* Antonio D'ACHIARDI. (Estratto dal *Bollettino geologico*, n. 1 e 2; gennaio e febbraio 1872.) Firenze, 1872; trois quarts de feuille in-8°.

*Teoria y calculo de las maquinas de vapor y de gas con arreglo a la termodinamica; por* don GUMERSINDO VICUÑA. Madrid, 1872; vol. in-8°.

*Monographie des Saprolégniées, étude physiologique et systématique* avec

planches; Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; *par* M. Maxime CORNU. Paris; vol. grand in-8°.

*Matériaux pour la paléontologie suisse, ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes;* publié par F.-J. PICTET; 5e série, 9e, 10e et 11e livraisons. Genève et Bâle; grand in-4°.

*Paris, étude démocratique et médicale; par* le Dr ÉLY. Paris; br. in-8°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 29 avril 1872.)

Page 1210, ligne 10, *écrire ainsi la seconde ligne de la formule :*

$$-133\, i^3 \sin 2v \sin(t-\theta-47^\circ) - 50\, i'^3 \sin 2v' \sin(t-47^\circ) \text{ ondes diurnes.}$$

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur les théories des quatre planètes supérieures : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune; par* **M. Le Verrier.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, à diverses époques, une suite de recherches concernant le système des quatre planètes les plus voisines du Soleil, Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Bien qu'à une date antérieure je me fusse déjà occupé des grosses planètes, j'avais éprouvé le besoin, avant de poursuivre, d'établir sur des fondements solides la théorie du mouvement de la Terre, qui sert de base à toutes les autres; cette étude m'entraîna dans celle des trois planètes les plus voisines et qui constituent la partie inférieure du système planétaire.

» Ces travaux ont montré que les mouvements de la Terre et de Vénus sont représentés par la théorie avec toute l'exactitude que comportent les observations. Mercure et Mars présentèrent, au contraire, des incertitudes.

» Les difficultés en présence desquelles on se trouvait à l'égard de ces deux dernières planètes se trouvèrent toutefois circonscrites par un examen attentif. On arriva à reconnaître que, pour tout mettre d'accord, théories et observations, il devait suffire d'augmenter le mouvement séculaire du

périhélie de Mercure et le mouvement séculaire du périhélie de Mars; ce qui impliquait qu'il existât, d'une part, dans les environs de Mercure, et, de l'autre, dans les environs de Mars, des quantités notables de matières dont on n'avait point encore connaissance.

» Ces déductions se sont trouvées vérifiées à l'égard de Mars. On a constaté que la matière, dont on n'avait pas tenu compte, devait être ajoutée à la Terre elle-même, la masse de notre planète ayant été estimée trop petite de $\frac{1}{8}$ environ.

» La vérification n'est point encore complète à l'égard de Mercure. Divers astronomes ont constaté le passage devant le Soleil de petits corps qui ne sauraient être autre chose que de minimes planètes; mais on n'est parvenu à établir le cours d'aucune d'elles. Qu'il s'agisse de l'action d'un certain nombre de petites masses ou de celle d'une matière disséminée dans les environs du Soleil, la théorie de Mercure a été établie avec assez de soin, et les passages de la planète devant le Soleil fournissent des observations trop précises pour qu'on puisse douter de l'exactitude des résultats; d'autant plus qu'ils ont été obtenus de la même façon que pour Mars, et que pour cette dernière planète la vérification ne s'est pas fait attendre.

» Des recherches analogues sur le système des quatre grosses planètes les plus éloignées du Soleil offriraient un intérêt; elles nous fourniraient des données sur la matière encore inconnue qui pourrait se trouver dans ces parages. Il ne serait point impossible qu'on arrivât ainsi à constater l'existence de quelque planète située au delà de Neptune, et à circonscrire l'espace où les recherches devraient être tentées. En tout cas, on aurait préparé les matériaux nécessaires pour hâter les découvertes à venir.

» La première partie du travail qu'il s'agit d'effectuer consiste dans la détermination des mouvements que chacune des quatre planètes éprouve par l'action des trois autres. C'est cette première partie que je présente aujourd'hui à l'Académie.

» Les théories respectives de Jupiter et de Saturne ne sont point exemptes de difficultés, résultant de la grandeur des masses des planètes, et aussi du rapport approché de 5 à 2 existant entre les moyens mouvements de Jupiter et de Saturne. Dans ces conditions, divers termes acquièrent une valeur considérable, ce qui exige qu'on porte plus loin les approximations. De plus, les séries des multiples des angles suivant lesquels on développe les fonctions perturbatrices et les perturbations doivent être prolongées fort loin, quand on ne veut négliger aucun terme de la longitude supérieur à

1 centième de seconde, ainsi que nous nous sommes efforcé de le faire. Enfin les termes dépendant du second ordre, par rapport aux masses perturbatrices, deviennent fort sensibles, et leur détermination est laborieuse.

» Deux routes peuvent être suivies pour arriver à la détermination des inégalités du 1er et du 2e ordre par rapport aux masses.

» Les méthodes dites *d'interpolation* offrent cet avantage, que la mise en œuvre de la plus grande partie du travail peut être abandonnée à un calculateur, des vérifications nombreuses, qui se présentent d'elles-mêmes, ne permettant point de laisser échapper aucune faute sérieuse. Ces méthodes, en revanche, offrent cet inconvénient, que le calcul ne pouvant être effectué que sur des données numériques, tout est à recommencer dès que ces données ont subi des changements sérieux par l'effet des variations séculaires des éléments des orbites.

» Le développement des fonctions perturbatrices, ainsi que celui des inégalités des éléments sous une forme algébrique, où on laisse à l'état d'indétermination tout ce qui varie avec le temps, conduit au contraire à des expressions qui peuvent servir indéfiniment dans la suite des siècles. C'est cette marche qu'il m'a paru nécessaire de suivre pour rendre à l'Astronomie un service plus sérieux.

» En conséquence, dans les expressions que je présente, les excentricités et les inclinaisons, les longitudes des périhélies et des nœuds sont, comme les longitudes moyennes, laissées à l'état de variables. Les parties moyennes des grands axes sont seules traitées comme des nombres donnés, ainsi qu'il est permis, puisque ces parties moyennes n'éprouvent point de variations séculaires.

» Le premier chapitre est consacré au développement des transcendantes dont dépend la détermination des coefficients des fonctions.

» Dans le second, nous donnons le développement algébrique de tous les termes des fonctions perturbatrices dont il est fait usage dans la théorie de Jupiter et de Saturne.

» Les termes de la grande inégalité dépendant de cinq fois le moyen mouvement de Saturne, moins deux fois celui de Jupiter, sont développés avec soin jusqu'au 7e ordre.

» Le troisième chapitre présente les expressions numériques particulières à Jupiter et à Saturne.

» Dans le quatrième sont déterminées les perturbations de Jupiter, qui sont du premier ordre, par rapport à la masse de Saturne. On trouve par

exemple, pour la partie de la grande inégalité dépendant de l'angle

$$5l' - 2\lambda - \varpi' - 2\omega,$$

l'expression

$$\delta l = (1 + \mu')\left(\begin{array}{c} 791'',32\beta^2\beta' - 2'',00\beta^4\beta' - 15'',06\beta^2\beta'^3 - 1'',25\beta^2\beta'\varkappa^2 \\ + 0'',07\beta^4\beta'^3 + 0'',12\beta^2\beta'^5 \end{array}\right)\sin\left(\begin{array}{c} 5l' - 2\lambda \\ - \varpi' - 2\omega \end{array}\right),$$

expression où $1 + \mu'$ représente la masse réelle de Saturne; $\beta$ et $\beta'$ sont les rapports des excentricités de Jupiter et de Saturne à une époque quelconque, à leurs valeurs à l'origine du temps fixé au 1er janvier 1850, midi moyen.

» $\varkappa$ est le rapport de l'inclinaison mutuelle des orbites de Jupiter et de Saturne à la valeur de cette inclinaison à l'origine du temps. $\pi'$ et $\omega$ se rapportent aux longitudes des périhélies de Saturne et de Jupiter.

» Le chapitre V présente en la même forme les inégalités des éléments de Saturne.

» Les inégalités qui sont du deuxième ordre par rapport aux masses sont assez sensibles pour qu'il importe de les déterminer avec soin : c'est à quoi est consacré le chapitre VI. Il faut leur donner la même forme que pour le premier ordre, afin qu'en réunissant le tout on ait les expressions complètes des variations périodiques des éléments en la forme où elles peuvent être transportées sans difficulté à une époque quelconque.

» En raison de la grandeur des perturbations du premier ordre et de la petitesse des diviseurs $2n' - n$, $3n' - n$, $5n' - 2n$ et $10n' - 4n$, un grand nombre de termes du second ordre sont sensibles; ils dépendent de la combinaison de divers groupes, et dans chacun de ces groupes de termes assez nombreux auxquels il faut avoir égard si l'on veut obtenir un résultat exact.

» Le terme par exemple dépendant de l'angle $5l' - 2\lambda - 2\omega - \varpi'$, correspondant à celui que nous avons cité dans le premier ordre, ne dépend pas de moins de dix-huit combinaisons de groupes deux à deux, dans chacune desquelles il entre environ dix combinaisons de termes. Le total donne pour coefficient un angle de 17 secondes.

» La détermination de l'ensemble de ces termes a été ramenée à un algorithme qui, tout en la laissant compliquée, lui donne cependant une forme dans laquelle on peut procéder avec sécurité, en laissant indéterminés, comme dans le premier ordre, les éléments variables.

» Mais comment s'assurer qu'au travers d'opérations aussi nombreuses il ne se sera point glissé de fautes regrettables.

» Sous le rapport algébrique, on peut, en attribuant aux deux planètes

des longitudes moyennes déterminées, en les supposant, par exemple, placées à leurs périhélies ou à leurs aphélies, obtenir les expressions simples de la valeur particulière correspondante de la fonction perturbatrice et ainsi en conclure entre les coefficients de l'expression générale de cette fonction des relations qui constituent une vérification précieuse. Ces vérifications, faites avec soin *a posteriori*, se sont toutes trouvées exactes. Il n'y a eu d'exception que pour un tout petit terme de la fonction perturbatrice de Saturne, provenant de la réaction de Jupiter sur le Soleil, terme d'un ordre élevé, tout à fait insensible, et qui avait été changé de signe.

» Sous le rapport numérique, bien que tous les coefficients des développements eussent été revus trois fois, nous avons voulu en déterminer de nouveau les sommes par les méthodes d'interpolation dont nous avons déjà parlé; et même nous avons poussé le travail assez avant pour qu'il soit une détermination indépendante de la question que nous traitons. Ce second travail s'est trouvé complétement d'accord avec le premier.

» Nous pouvons donc espérer que les astronomes accueilleront avec confiance le travail que nous leur remettons aujourd'hui. Notre intention est d'ailleurs de donner à l'impression tous les détails particuliers nécessaires pour que chacun puisse vérifier les parties qu'il aurait intérêt à examiner de plus près. De cette façon, si un doute vient à s'élever sur quelque point, on saura où le travail de vérification doit porter.

» Les deux fascicules suivants que je présente à l'Académie comprennent les théories des perturbations de Jupiter par Uranus et par Neptune.

» Le quatrième comprend les perturbations de Saturne par Uranus et par Neptune.

» Viennent ensuite trois fascicules comprenant les perturbations d'Uranus par Jupiter, par Saturne et par Neptune. Le travail des perturbations d'Uranus par Saturne a été effectué par nous, il y a déjà de longues années; mais j'avais alors suivi une méthode d'interpolation, et dans le travail actuel, qui s'accorde d'ailleurs dans ses résultats avec le premier, j'ai suivi la forme algébrique qui permet de l'appliquer à une époque quelconque.

» Les derniers fascicules comprennent enfin les perturbations de Neptune produites par Jupiter, par Saturne et Uranus.

» En présentant à l'Académie cette première Partie d'une œuvre assez considérable, je ne forme qu'un vœu : c'est que l'Académie ne juge point le travail indigne de lui être offert et de recevoir sa haute approbation.

» Pour pouvoir le continuer, il faudrait :

» 1° Calculer les formules et les réduire en tables provisoires;

» 2° Rassembler toutes les Observations exactes des quatre planètes et les discuter à nouveau pour bien rapporter les positions à un même système de coordonnées;

» 3° Au moyen des tables provisoires, calculer les positions apparentes des planètes pour les époques des observations;

» 4° Comparer les positions observées avec les positions calculées, en conclure les corrections des éléments elliptiques des quatre planètes et vérifier si l'accord est alors parfait;

» 5° Dans le cas contraire, en rechercher les causes.

» Mais, s'il nous est permis de dire que la seule théorie du Soleil comprend douze volumes in-folio de calculs, chacun comprendra que le programme que je viens de tracer ne peut être réalisé qu'au prix d'un labeur qui ne saurait être l'œuvre d'un homme isolé.

» Privé de tous les modes de ressources nécessaires à l'astronome, je ferais un acte de peu de sagesse si, dans la situation actuelle, je m'engageais dans la suite d'un pareil travail.

» Je reste néanmoins aux ordres de l'Académie. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Des moyens d'augmenter les effets des actions électrocapillaires, dans les corps inorganisés, et des effets du même genre produits dans les corps organisés vivants* (9e Mémoire) (1); *par* M. **Becquerel**. (Extrait.)

« Les actions électrocapillaires reposent sur un principe fécond en applications, dans la nature organique comme dans la nature inorganique, attendu qu'elles se manifestent toutes les fois que deux liquides conducteurs de l'électricité, ayant de l'affinité l'un pour l'autre, sont séparés par une cloison de nature quelconque, à interstices capillaires, dans lesquels ces liquides s'introduisent par capillarité; ils réagissent alors l'un sur l'autre, dégagent de l'électricité et produisent un courant électrique, par l'intermédiaire de la couche liquide excessivement mince adhérant aux parois et qui se comporte comme un corps solide conducteur. Le courant n'est à intensité constante qu'autant que ces derniers sont constamment

(1) *Voir* pour les Mémoires antérieurs les *Comptes rendus,* depuis le 13 mai 1867 jusqu'au 21 novembre 1869, ainsi que les *Mémoires de l'Académie des Sciences* entre ces époques.

dépolarisés; cette condition est remplie quand les éléments déposés par l'action électrochimique sont enlevés par les liquides ambiants. Tel est le couple que l'on a appelé électrocapillaire, et à l'aide duquel on réduit à l'état métallique la plupart des métaux et l'on désoxyde d'autres corps. On introduit, à cet effet, la dissolution métallique dans un tube fêlé fermé par un bout et que l'on plonge dans une dissolution de monosulfure de sodium, ou bien entre deux lames épaisses de verre assujetties l'une à l'autre avec des liens, et que l'on plonge également dans une dissolution de monosulfure alcalin.

» L'expérience suivante met en évidence le pouvoir conducteur des parois des fissures du tube fêlé recouvertes de liquide, lesquelles se comportent comme des corps solides conducteurs : on substitue à la dissolution de monosulfure de sodium, dans l'appareil à tube fêlé, une dissolution concentrée de protoxyde de plomb dans la potasse caustique, laquelle, en présence de la dissolution de nitrate de cuivre, n'opère pas la réduction du cuivre, la force électromotrice de ces deux dissolutions étant moindre que celle qui se manifeste au contact du monosulfure et de la dissolution de nitrate; mais si l'on fait passer dans les deux dissolutions un courant électrique provenant d'un couple à acide nitrique ou de deux à sulfate de cuivre, au moyen de deux lames, l'une de cuivre en rapport avec le pôle positif et plongeant dans la dissolution de nitrate de cuivre, l'autre de platine en communication avec le pôle négatif et plongeant dans la dissolution de potasse plombique, on voit, quelque temps après, du cuivre métallique déposé sur la paroi de la fissure en contact avec la dissolution métallique et sur la paroi opposée du peroxyde de plomb. Cette dissolution a donc été décomposée, l'acide nitrique s'est combiné avec l'alcali et l'oxygène a peroxydé le plomb; le courant est devenu ainsi constant. L'effet est le même que si l'on eût introduit un fil de platine entre les deux dissolutions, et que le courant électrique n'eût passé de l'une à l'autre que par son intermédiaire; en effet, le bout plongé dans la dissolution métallique est le pôle négatif, l'autre le pôle positif, et l'on en conclut que les parois ont rempli les mêmes fonctions que des électrodes métalliques. Cela est tellement vrai qu'avant le dépôt il se dégage des gaz, de l'oxygène et de l'hydrogène, de chaque côté de la fissure, l'un en dedans, l'autre en dehors du tube; ces deux gaz ne peuvent provenir que de la décomposition de l'eau. Le dégagement de gaz augmente, comme il était facile de le prévoir, à mesure que le dépôt de cuivre devient plus abondant, puisque ce dépôt remplit alors la fonction de conducteur intermédiaire. La réduction du cuivre et l'oxyda-

tion du plomb sont dues à celle du nitrate. Au lieu d'un tube fêlé, on peut opérer avec un tube fermé par en bas avec du papier parchemin; les résultats sont les mêmes.

» La surface d'un corps quelconque recouverte d'une couche excessivement mince de liquide conducteur de l'électricité, qui est retenue par la capillarité, conduit également l'électricité à la manière des corps solides, quoiqu'à un moindre degré. En effet, dans un tube fêlé, les surfaces intérieure et extérieure n'étant que le prolongement des parois de la fissure, doivent jouir des mêmes propriétés physiques que ces dernières, avec cette différence près, toutefois, qu'en raison de leur médiocre conductibilité, les parois de la fissure, étant plus rapprochées des centres d'actions chimiques, doivent contribuer davantage aux effets électrochimiques. L'expérience suivante ne laisse aucun doute à cet égard : l'éprouvette et le tube fêlé de l'appareil électrocapillaire ayant été remplis d'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ d'acide sulfurique et soumise à l'ébullition pour chasser tout l'air qu'elle contient, on plonge dans chaque partie de liquide une lame de platine, de manière qu'elle ne soit immergée que de quelques millimètres et en rapport avec l'un des pôles d'une pile ordinaire quelconque, composée de plusieurs couples; l'eau est décomposée avec dégagement de gaz sur chacune des électrodes. Si la lame positive est en contact avec le liquide du tube, on voit peu à peu la surface extérieure de ce dernier se couvrir de petites bulles de gaz oxygène, qui grossissent et finissent par se dégager. Il faut en conclure que cette surface de verre se comporte comme une électrode positive. On voit également se former de petites bulles de gaz sur la surface intérieure du tube. Ces effets mettent donc en évidence les propriétés conductrices des surfaces humides ayant de l'analogie avec celles des corps solides.

» On reviendra plus loin sur les effets du même genre qui peuvent être produits dans l'organisme.

» En substituant à la dissolution métallique l'acide nitrique pouvant être désoxydé, on arrive à un résultat analogue. Les actions électrocapillaires se produisent dans tous les corps à pores capillaires de quelques centièmes de millimètre d'étendue, quand ils séparent deux liquides qui se trouvent dans les conditions que l'on vient d'indiquer.

» On obtient des effets semblables avec un tube de verre non fêlé, fermé par le bout plongeant dans la dissolution de monosulfure de sodium avec du sable très-fin, une petite plaque de grès poreux ou un tampon d'asbeste soyeux qui retient le sable; la réduction est alors lente à s'opérer à cause de la difficulté qu'éprouvent les liquides à se déplacer.

---

» Les appareils dont on vient de rappeler la description sont des couples électrocapillaires simples; mais on peut y faire une addition qui permet d'augmenter leur action, et par suite, les effets qu'ils produisent. Voici en quoi consiste cette addition :

» On a vu que lorsque deux dissolutions, l'une acide, l'autre alcaline, ou se comportant comme telles, réagissent l'une sur l'autre dans un espace capillaire, il se produit un courant électrique le long des parois dont la direction est telle que la paroi en contact avec la dissolution métallique est le pôle négatif et l'autre le pôle positif du couple électrocapillaire; on augmente la force décomposante du courant, à l'aide d'un autre courant résultant d'une action chimique semblable, en établissant la communication entre la dissolution alcaline et la dissolution métallique au moyen d'un tube recourbé non capillaire, dans lequel passe une mèche épaisse d'asbeste humectée préalablement d'eau distillée, les bouts de ce tube plongeant, chacun, dans l'une des deux dissolutions; celles-ci, s'élevant peu à peu par capillarité dans la mèche, finissent par se joindre et à réagir l'une sur l'autre en formant un sulfure; il y a alors dégagement d'électricité; la dissolution métallique rend libre de l'électricité positive la dissolution alcaline de l'électricité négative, le circuit étant fermé par l'intermédiaire de la fissure. Il en résulte un courant dirigé dans le même sens que le courant électrocapillaire de la fissure, de sorte que les actions de ces deux courants s'ajoutent. Si la fêlure n'existait pas, ou si l'ouverture n'était pas capillaire, les deux courants résultant des réactions chimiques se détruiraient, puisqu'ils chemineraient en sens contraire. Mais comme le courant électrocapillaire suit une direction opposée, il en résulte que les effets électrochimiques s'ajoutent comme on l'a constaté par l'expérience; ces effets paraissent d'autant plus marqués, que le tube communiquant a un plus grand diamètre.

» On a montré ensuite comment il pouvait se produire de semblables effets dans les vaisseaux capillaires artériels et veineux de l'homme n'ayant pas le même diamètre, après avoir rappelé succinctement le mode de transmission du sang artériel dans toutes les parties du corps et de sa transformation en sang veineux, ainsi que l'opinion des physiologistes sur les communications entre les artères et les veines qui sont plus ou moins directes dans certains cas, pouvant s'établir par des capillaires d'un fort volume, tandis que dans d'autres on n'aperçoit que des artérioles visibles à la vue simple.

» On a cité à cet égard les opinions de M. Claude Bernard et celles de M. Robin. Suivant M. Robin, les conduits sanguins ayant de $0^{mm},05$ à $0^{mm},08$, établissant des communications entre les artérioles et les veinules plus larges que celles qui résultent de l'existence des capillaires ordinaires, sont remarquables par la présence dans leurs parois de nombreuses fibres musculaires qui, en se contractant, peuvent réduire leur diamètre et amener temporairement leur oblitération complète; ce fait peut être constaté sous le microscope, en étudiant la circulation sur les grenouilles vivantes.

» Au lieu de communiquer par des capillaires larges de $0^{mm},007$ à $0^{mm},015$ comme ils le font généralement, on les voit communiquer par des conduits larges de $0^{mm},060$ à $0^{mm},080$ aux extrémités des doigts, autour du poignet, du coude, du coup de pied et des os plats, et des extrémités des os longs, etc. Ces dispositions s'exagèrent même dans certains cas morbides, au point de voir doubler au moins la largeur des conduits.

M. Claude Bernard, dans ses recherches sur le grand sympathique, a montré que ce nerf est le nerf vasculaire ou vasomoteur, qu'il peut resserrer ou élargir les gros vaisseaux, mais surtout les vaisseaux capillaires, au point d'arrêter même dans certains cas la circulation. On rapporte dans le Mémoire les expériences que cet éminent physiologiste a faites pour démontrer cette propriété.

» Dans le Mémoire présenté à l'Académie dans la séance du 15 janvier 1868 (*voir* le *Compte rendu*), on a montré que les effets électrocapillaires se produisaient dans des fissures de $0^{mm},030$, $0^{mm},029$ et $0^{mm},05$ de largeur, de même que les phénomènes d'hématose ont lieu dans des tubes capillaires ayant de semblables diamètres. De la similitude des effets électriques et chimiques produits au contact du sang artériel et du sang veineux, on a pensé pouvoir supposer que la cause était la même dans les deux cas, c'est-à-dire qu'elle était électrocapillaire. Le couple électrocapillaire sanguin est à courant constant comme le couple électrocapillaire de la nature inorganique, condition indispensable pour qu'il n'y ait pas d'interruption dans le travail de l'hématose. Cette constance dans l'intensité du courant provient de ce que le courant électrocapillaire enlève constamment aux globules du sang artériel l'oxygène qui leur est associé, pour le transporter sur les parois internes des capillaires veineux qui sont positives, où il brûle les matières carbonacées et autres qui y pénètrent par infiltration.

» Il n'est pas possible, à la vérité, de vérifier sur le vivant les déductions

de la théorie électrocapillaire qui embrasse les phénomènes de la nature inorganique dans les espaces capillaires, puisque les conditions de la capillarité changent avec la mort; mais l'analogie dans les effets porte à admettre celle dans les causes.

» On a vu précédemment qu'en expérimentant avec un tube félé contenant une dissolution de nitrate de cuivre et plongeant dans une autre de plombate de potasse, et un couple ou deux à acide nitrique ou même à sulfate de cuivre, on opérait la réduction du cuivre dans l'espace capillaire alors qu'elle n'aurait pas lieu sans l'intervention du couple additionnel. Rien ne s'oppose donc à ce qu'il ne s'y produise pas aussi des effets semblables quand on fait passer un courant électrique continu dans un muscle, comme cela a lieu dans les applications de l'électricité à la thérapeutique. On se rend bien compte des effets physiques produits, c'est-à-dire des contractions musculaires résultant de l'irritation des nerfs qui s'y ramifient, mais non des effets chimiques qui ont lieu lorsque le même courant traverse les vaisseaux capillaires dont les parois sont des électrodes; ces effets sont incontestables, car il doit se produire sur leurs parois intérieures et extérieures des effets semblables à ceux qui ont été précédemment décrits. Ce sont là des phénomènes qui intéressent la thérapeutique.

» Dans un autre Mémoire, on exposera les effets résultant des infiltrations des dissolutions au travers de membranes organiques et qui sont suivis d'un composé insoluble, question relative à un cas que n'a pas examiné M. Graham et qui se rattache directement à des phénomènes organiques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations des protubérances solaires, du 1er janvier au 29 avril.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 7 mai 1872.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé des observations des protubérances, faites pendant les quatre dernières rotations solaires, du 1er janvier au 22 avril, complétant ainsi une année entière d'observations. Dans cet intervalle, nous avons eu cinquante-neuf jours d'observations complètes. Le tableau ci-après, dressé sur le système des précédents, n'exige aucune explication nouvelle. Je me bornerai donc à résumer les conclusions principales qui résultent directement des chiffres.

» 1° Pendant l'intervalle en question, on trouve confirmée la loi que le maximum des protubérances correspond, dans la région des taches, à un faible minimum relatif à l'équateur. Le maximum relatif aux zones polaires est à peine sensible.

» 2° Dans cet intervalle, je ferai remarquer l'absence habituelle des protubérances polaires, qui sont remplacées seulement par des élévations très-sensibles de la chromosphère.

» 3° En se bornant aux protubérances dont la hauteur atteint ou surpasse 5 unités ou 40 secondes, on trouve que, près des pôles, elles ont été très-rares.

» 4° Avec cette absence de protubérances polaires concorde l'aspect des granulations et des bandes plus brillantes, circonscrivant les zones polaires du Soleil, qui sont maintenant très-difficiles à reconnaître, tandis que l'année dernière elles étaient très-visibles.

» 5° L'intensité et le nombre des facules sont aussi diminués.

» 6° En partageant les protubérances en trois classes, selon leur direction par rapport aux pôles, on arrive aux chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Indifférentes | 398 |
| Dirigées vers les pôles | 342 |
| Dirigées vers l'équateur | 67 |
| Total | 807 |

» 7° Dans les observations, surtout dans les derniers temps, on a fait grande attention à la direction des filets ou *poils* de la chromosphère, et les résultats obtenus sont les suivants :

» *a*) En général, dans les latitudes moyennes, les filets sont aussi dirigés vers les pôles; mais il y a de nombreuses exceptions, surtout dans le voisinage des protubérances, des taches et des granulations. A l'équateur et aux pôles, il n'y a pas de règles constantes.

» *b*) La variabilité de cette inclinaison est souvent étonnante, à la même place : elle paraît même changer pendant l'observation, de sorte que j'ai souvent cru être victime d'une illusion; mais une attention soutenue, dans des journées plus claires, a démontré que cette variabilité est réelle. On serait tenté de comparer cette diffusion à une espèce de petillement électrique très-variable, plutôt qu'à une émission de matière réelle; mais il serait prématuré de se prononcer, et nous ne prétendons pas en préjuger ici la véritable interprétation. Il ne faut pas manquer de faire observer que

quelquefois, surtout lorsque les poils sont très-fins, ils paraissent divisés en deux sens opposés, selon la tranche de la chromosphère qui est limitée par le bord de la fente. Toutes ces circonstances font voir combien ces observations sont difficiles et combien il reste encore à éclaircir.

» *d*) Une des particularités les plus remarquables qui attirent l'attention dans cette recherche, c'est la fixité de la couche chromosphérique et de ses accidents, au milieu de l'agitation apparente du bord solaire. Il est vraiment étonnant de voir cette ligne, garnie de franges et de poils très-déliés, rester immobile au milieu du tourbillonnement qui agite la lumière du bord solaire. Cela prouve que cette agitation est toute factice, qu'elle est due à notre atmosphère, et ne déplace pas l'image directe du Soleil. C'est à peu près ce qui se produit dans l'observation des étoiles près de l'horizon, où l'on voit les raies noires rester immobiles au milieu des vagues incessantes qui paraissent parcourir le spectre. Cela m'a conduit à chercher si l'on ne gagnerait pas considérablement en précision, en prenant le passage du disque solaire avec l'intermédiaire d'un spectroscope : les observations m'ont montré qu'il y aurait un avantage sensible à opérer ainsi; mais pour rendre ce système parfaitement pratique, il faudrait réaliser quelques conditions de détail que je n'ai pas pu encore mettre à exécution.

» *e*) J'ai cherché si la direction des poils de la chromosphère ne serait pas influencée par cette agitation, mais je me suis convaincu qu'il n'en est rien. Ces poils, qui nous paraissent si minces, sont de véritables flammes sur le Soleil, et il est bien naturel que notre atmosphère n'ait ici aucune influence.

» On voit, par tous ces résultats, combien il importe que les observations des protubérances soient faites d'une manière soutenue, et au moins pendant la durée d'une période des taches, pour pouvoir comparer les vicissitudes de la chromosphère avec celles de la photosphère. Les trois derniers mois ont manifesté une activité médiocre de taches et de protubérances; actuellement, elles semblent se ranimer. Je m'occupe maintenant de discuter les relations des deux phénomènes, en profitant des dessins que j'ai faits pendant l'année. La comparaison de ces dessins avec les belles photographies de M. Capello m'ont convaincu que nos dessins, sans arriver à la perfection des images photographiques, pourront cependant rendre un service suffisant à la science actuelle.

» *f*) Lorsque le ciel est voilé, on peut encore observer la chromosphère, si le voile est formé simplement par des brouillards formés de goutte-

lettes aqueuses ; on ne voit rien si le brouillard est formé de petits cristaux de glace. Avec le voile aqueux, la ligne brillante de la chromosphère paraît bordée de deux lignes sombres très-fortes, qui paraissent la détacher du Soleil : ces deux lignes sont évidemment dues à la vapeur d'eau dans notre atmosphère. La longueur de ces lignes, augmentant avec la densité du voile, ne laissent aucun doute sur leur origine.

» Qu'on me permette enfin de revenir sur la structure de la Couronne dont j'ai parlé dans ma dernière Communication, pour prévenir quelques objections que l'on pourrait faire.

» Les rayons curvilignes nous portent à penser qu'il y a là une certaine circulation ; mais devons-nous imaginer cette circulation s'exécutant comme celle qui se produit sur une planète calme, chauffée à l'extérieur? Nullement, sans doute. Nous avons, dans le Soleil, un élément qui mérite une appréciation spéciale : ce n'est pas seulement la force ascensionnelle des masses chauffées en bas, mais une autre cause peut-être plus puissante, la projection matérielle de l'intérieur à l'extérieur, qu'il faut aussi considérer. En faisant abstraction de la résistance du milieu dans lequel se font les émissions solaires, si nous admettons les évaluations des savants les plus distingués, nous aurions des vitesses initiales capables de lancer la matière au delà de la sphère d'attraction solaire. Sans doute, ces vitesses sont exceptionnelles et sont atteintes seulement aux époques de plus grande activité. Mais si les vitesses ordinaires ne peuvent lancer la matière à de telles distances, elles peuvent bien la soulever jusqu'aux limites de la couronne visible, après quoi elle retomberait sur le Soleil, après s'être refroidie par dilatation et par radiation vers l'espace. Ces masses, en montant, ressentent l'influence des couches qu'elles traversent, ce qui doit modifier leur direction et les fléchir en filets curvilignes, si ces couches ont elles-mêmes une circulation propre.

» D'après ces considérations, la Couronne solaire ne serait pas seulement formée d'une couche circulant paisiblement, mais elle serait interrompue par les jets provenant du corps de l'astre; sa constitution ne pourrait être assimilée à celle d'une nappe en équilibre dynamique, circulant d'après les lois de la rotation et de la différence de densités produite par la chaleur inférieure. Ces considérations me paraissent propres à nous faire apprécier et à expliquer les mouvements et les courbes curieuses que nous présentent les photographies de lord Lindsay, ainsi que les dessins de M. Liais et d'autres observateurs.

*Résumé des observations des protubérances solaires du 1er janvier au 22 avril 1872.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° à 70° | 70° à 60° | 60° à 50° | 50° à 40° | 40° à 30° | 30° à 20° | 20° à 10° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° à 20° | 20° à 30° | 30° à 40° | 40° à 50° | 50° à 60° | 60° à 70° | 70° à 80° | 80° à 90° |
| **Nombre des protubérances.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotation X...... | 3 | 7 | 9 | 4 | 4 | 12 | 14 | 15 | 13 | 15 | 19 | 23 | 18 | 13 | 11 | 3 | 8 | 6 |
| » XI...... | 13 | 8 | 5 | 4 | 12 | 11 | 21 | 18 | 17 | 22 | 14 | 24 | 20 | 11 | 9 | 8 | 4 | 11 |
| » XII..... | 6 | 7 | 8 | 10 | 14 | 17 | 17 | 17 | 9 | 19 | 22 | 15 | 17 | 9 | 11 | 5 | 4 | 7 |
| » XIII.... | 1 | 4 | 4 | 7 | 7 | 15 | 14 | 11 | 13 | 12 | 16 | 17 | 14 | 5 | 8 | 2 | 4 | 3 |
| Totaux..... | 23 | 26 | 26 | 25 | 42 | 55 | 66 | 61 | 52 | 68 | 71 | 79 | 69 | 38 | 39 | 18 | 20 | 27 |
| **Nombre des protubérances de hauteur supérieure à 5 unités ou 40 minutes.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotation X...... | ″ | ″ | ″ | 1 | 3 | 5 | 7 | 7 | 8 | 5 | 13 | 11 | 5 | 8 | 2 | ″ | 3 | 2 |
| » XI...... | ″ | 1 | ″ | ″ | 5 | 4 | 5 | 7 | 5 | 7 | 4 | 13 | 10 | 5 | 2 | ″ | ″ | 5 |
| » XII..... | 1 | ″ | ″ | 2 | 9 | 10 | 9 | 6 | 5 | 10 | 11 | 7 | 9 | 4 | 2 | ″ | 1 | ″ |
| » XIII.... | ″ | ″ | 1 | 3 | 5 | 7 | 5 | 2 | 5 | 5 | 6 | 9 | 8 | 2 | ″ | ″ | ″ | ″ |
| Totaux..... | 1 | 1 | 1 | 6 | 22 | 26 | 26 | 22 | 23 | 27 | 34 | 40 | 32 | 19 | 6 | ″ | 4 | 7 |
| **Hauteur moyenne des protubérances** (unité = 8 minutes). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotation X...... | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,3 | 4,4 | 4,5 | 4,7 | 5,3 | 4,9 | 4,9 | 6,2 | 5,1 | 4,2 | 4,9 | 4,1 | 3,0 | 5,1 | 4,7 |
| » XI...... | 3,0 | 3,2 | 3 0 | 3,0 | 5,3 | 5,9 | 4,1 | 5,4 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 5,3 | 4,9 | 4,9 | 3,6 | 3,5 | 3,0 | 4,6 |
| » XII..... | 3,7 | 3,0 | 3,1 | 4,9 | 6,8 | 5,3 | 6,7 | 5,1 | 5,3 | 5,7 | 5,0 | 5,8 | 6,0 | 4,3 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,1 |
| » XIII.... | 3,0 | 3,0 | 4,7 | 4,1 | 6,9 | 4,5 | 4,7 | 4,0 | 6,3 | 5,0 | 4,6 | 5,1 | 5,6 | 4,4 | 3,2 | 3,0 | 3,2 | 3,0 |
| Moyennes.. | 3,2 | 3,0 | 3,5 | 3,8 | 5,8 | 5,5 | 5,5 | 4,9 | 5,3 | 5,1 | 5,1 | 5,3 | 5,2 | 3,6 | 3,7 | 3,1 | 3,8 | 3,8 |
| **Largeur des protubérances** (unité = 16 minutes). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotation X...... | 5,5 | 8,1 | 5,7 | 4,0 | 5,3 | 5,6 | 6,0 | 6,8 | 6,6 | 6,1 | 6,5 | 5,7 | 5,4 | 5,4 | 5,5 | 6,5 | 4,8 | 3,8 |
| » XI...... | 7,6 | 5,4 | 8,0 | 6,6 | 6,3 | 6,1 | 6,2 | 6,2 | 8,3 | 6,5 | 6,9 | 7,5 | 7,3 | 6,1 | 6,2 | 7,0 | 8,1 | 6,4 |
| » XII..... | 8,0 | 8,5 | 8,5 | 7,7 | 6,7 | 6,7 | 6,9 | 6,1 | 4,9 | 7,5 | 6,4 | 7,1 | 5,9 | 6,6 | 5,1 | 8,0 | 5,0 | 7,3 |
| » XIII.... | 10,0 | 6,3 | 6,0 | 5,7 | 7,0 | 7,1 | 7,7 | 5,8 | 6,9 | 7,3 | 6,3 | 7,1 | 5,1 | 5,4 | 4,9 | 5,5 | 6,0 | 6,0 |
| Moyennes.. | 7,8 | 7,1 | 7,0 | 6,0 | 6,3 | 6,4 | 6,7 | 6,2 | 6,7 | 6,8 | 6,5 | 6,8 | 5,9 | 5,9 | 5,4 | 6,7 | 6,0 | 5,9 |
| **Étendue des facules** (unité = 16 minutes). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotation X...... | 2,0 | 10,0 | 6,0 | 2,0 | 4,8 | 7,4 | 8,2 | 5,6 | 2,5 | 5,5 | 8,0 | 8,6 | 6,8 | 6,6 | 8,0 | ″ | ″ | ″ |
| » XI...... | 5,0 | ″ | 4,5 | 2,2 | 5,4 | 7,8 | 7,6 | 7,9 | 4,8 | 5,5 | 7,9 | 8,0 | 6,2 | 5,2 | 1,0 | 4,0 | 10,0 | 6,0 |
| » XII..... | 7,5 | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 5,7 | 7,2 | 6,9 | 5,5 | 4,8 | 6,5 | 8,0 | 7,3 | 6,3 | 4,5 | 3,0 | ″ | 5,5 | ″ |
| » XIII.... | 5,0 | 5,0 | 4,0 | 5,7 | 6,2 | 6,2 | 7,2 | 5,9 | 3,3 | 7,4 | 7,0 | 7,5 | 4,8 | 5,7 | 3,0 | 8,5 | 2,0 | ″ |
| Moyennes.. | 4,9 | 6,0 | 4,4 | 3,0 | 5,5 | 7,1 | 7,5 | 6,2 | 3,8 | 6,2 | 7,7 | 7,8 | 6,0 | 5,5 | 3,7 | 6,2 | 5,8 | 6,0 |
| **Nombre des facules.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotation X...... | 1 | 1 | 2 | 1 | 10 | 22 | 26 | 21 | 8 | 23 | 28 | 23 | 21 | 6 | 1 | ″ | ″ | ″ |
| » XI...... | 2 | ″ | 2 | 3 | 14 | 22 | 26 | 18 | 13 | 22 | 23 | 20 | 14 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| » XII..... | 2 | 1 | 2 | 2 | 11 | 22 | 24 | 14 | 6 | 21 | 29 | 22 | 5 | 6 | 4 | ″ | 2 | ″ |
| » XIII.... | 1 | 1 | 1 | 3 | 8 | 19 | 21 | 13 | 8 | 14 | 20 | 14 | 10 | 4 | 1 | 2 | 1 | ″ |
| Totaux..... | 6 | 3 | 7 | 9 | 43 | 85 | 97 | 66 | 35 | 80 | 100 | 79 | 50 | 24 | 7 | 3 | 4 | 1 |

» *P. S.* — Je reçois dans ce moment des nouvelles de l'Australie par Mgr Salvado, évêque de la colonie de Swan-River, dans l'Australie occidentale (latitude 32 degrés sud, longitude 105 degrés est de Greenwich) : l'aurore boréale observée en Europe le 4 février a paru dans cette colonie le 5 février à 1 heure du matin, et a duré jusqu'au lever du Soleil. Le ciel était éclairé au sud, comme par un crépuscule très-clair; à l'est et à l'ouest, on avait une lumière cramoisie très-intense.

» Comme la longitude de cette station, par rapport à Rome, est d'environ $6^h 50^m$, et qu'à Rome on a observé le commencement de la lumière et les perturbations les plus fortes à $5^h 45^m$, il en résulte que cette heure correspond à $0^h 35^m$ après minuit, le 5 février, à Swan-River. Si l'on admet que l'aurore a excité l'attention seulement lorsqu'elle était bien développée, on trouve que son apparition a été simultanée avec celle d'Europe. Ce fait n'est pas nouveau, mais il est intéressant à enregistrer. Il paraît, du reste, que la lumière n'a pas été aussi brillante que chez nous, car on ne parle pas de faisceaux brillants étincelants. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Combes*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

| | | |
|---|---|---|
| M. Tresca obtient | 34 | suffrages. |
| M. Resal | 16 | » |
| M. Boussinesq | 1 | » |
| M. Bresse | 1 | » |

M. **Tresca**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Terrain oolithique ou jurassique de la Vendée.* Mémoire accompagné d'une carte géologique du département de la Vendée; *par* M. A. **Rivière**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Delafosse, Daubrée, de Vibraye.)

« Le terrain jurassique ou oolithique occupe, au pied des montagnes anciennes, une grande partie de la Vendée. Il constitue le sol de la plaine,

celui du bassin de Chantonnay, plusieurs dépôts aujourd'hui isolés et beaucoup d'îlots situés dans les marais. Tous ces restes jurassiques, maintenant plus ou moins séparés, devaient se trouver jadis dans la même mer oolithique et quelquefois se rattacher par des détroits.

» La forme générale du terrain jurassique de la Vendée est une dépendance de celle de l'ensemble du terrain jurassique du sud-ouest de la France; n'étant qu'une partie, elle n'a rien de propre à elle-même, si ce n'est que sa limite suit à peu près du sud-est au nord-ouest la direction du sol élevé de la Vendée, qui formait la côte sud-ouest de la grande île qu'entourait la mer jurassique dans cette région de la France.

» Le relief du sol formé par le terrain jurassique est ordinairement peu accidenté, et lorsque ce sol présente des accidents prononcés, c'est qu'il participe alors du relief des roches granitiques ou schisteuses sur lesquelles il s'appuie, ou bien qu'il a été raviné par des érosions postérieures au dépôt des assises jurassiques.

» Quoique les couches du terrain jurassique de la Vendée paraissent être horizontales, ces couches, prises dans leur ensemble, ont une inclinaison de 3 à 5 degrés environ vers le sud-sud-ouest. La plus forte inclinaison est ordinairement vers les bords du bassin où les assises jurassiques s'appuient sur les versants granitiques ou schisteux, pour diminuer insensiblement jusqu'au centre du bassin.

» Dès lors ces couches affectent une direction générale, sensiblement de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, qui se rapproche des directions du terrain houiller et des terrains de transition, fait tout naturel, puisque les bords du terrain jurassique se sont façonnés suivant les allures des terrains sur lesquels ils s'appuient. Le terrain jurassique de la Vendée comprend le lias, l'oolithe inférieure et l'oolithe moyenne.

» A partir du pied des montagnes anciennes de la Vendée et en se dirigeant vers le Midi, on trouve une série complète d'assises depuis la partie la plus inférieure du lias jusqu'à la partie supérieure de l'oolithe moyenne; on peut même, en s'éloignant davantage vers le Midi, suivre la succession entière de tout le terrain oolithique. Alors on reconnaît qu'il n'y a pas eu d'interruption, sauf quelques exceptions locales, dans la formation de ce grand terrain; on verra qu'à partir du pied des montagnes anciennes de la Vendée, les couches du terrain oolithique se recouvrent successivement en allant vers le sud-sud-est, à l'inverse des tuiles d'un toit, et qu'elles retracent, pour ainsi dire, des phénomènes de soulèvements lents ou des retraits

de la mer jurassique par suite du comblement vers ses côtes ou de son abaissement dans ses parties méridionales.

» Mais, quoique l'on trouve dans la Vendée une série complète depuis la base du lias jusqu'à la partie supérieure de l'oolithe moyenne, il n'est cependant aucun point qui offre cette série entière des couches, même en tenant compte des assises équivalentes, c'est-à-dire se présentant aux mêmes niveaux géologiques que les assises fondamentales ou prises pour types.

» Il est impossible d'établir des séparations rigoureuses dans l'ensemble des dépôts qui constituent le terrain jurassique de la Vendée. Certains dépôts, tels que les arkoses, les jaspes, le calcaire calaminaire, le calcaire à bélemnites, etc., paraissent, il est vrai, déterminer des horizons géognostiques; mais on ne saurait les suivre mathématiquement sur une grande étendue, d'autant plus qu'il y a des dépôts qui, quelquefois, manquent ou sont accidentels, ou se trouvent répétés à des niveaux différents, ou sont remplacés par d'autres, ou bien s'enchevêtrent et se fondent les uns avec les autres.

» Ainsi, la composition minéralogique n'est pas absolue, ni suffisamment caractéristique, la même roche se présentant dans des étages différents, et des roches différentes se trouvant aux mêmes niveaux géologiques.

» Les fossiles ne fournissent pas non plus un moyen de division rigoureux; car les fossiles manquent quelquefois, ou sont mal caractérisés, ou bien ils passent d'une série de couches dans une autre, se mêlent, et leur présence dépend plutôt des circonstances locales que des niveaux géologiques constants.

» En effet, les fossiles se trouvent de préférence dans les situations qui convenaient le mieux aux conditions vitales des animaux. Ainsi, certaines familles, certains genres ou certaines espèces se tenaient plutôt dans la vase, d'autres dans des bas-fonds, d'autres près des rivages, d'autres dans des anses, d'autres dans des eaux claires et non agitées, d'autres loin des côtes, etc., comme cela a lieu encore maintenant pour les animaux vivants. Les fossiles ne représentent donc pas des niveaux géologiques constants; ils peuvent fournir seulement des indices qui ont une valeur relative.

» Ces circonstances ne m'ont pas empêché d'établir des divisions; mais, loin de les trancher, je ne les ai données que pour ce qu'elles valent, quoiqu'elles n'aient été faites qu'en copiant la nature le plus exactement possible.

» D'après des vues d'ensemble, on peut appliquer au terrain jurassique de la Vendée les trois grandes divisions suivantes : lias, oolithe inférieure, oolithe moyenne.

» Dans les détails, le lias peut être divisé en cinq étages et l'oolithe inférieure en deux étages.

» La multiplicité et la composition variée des étages liasiques de la Vendée, le petit nombre et le peu de variété de la composition des étages des autres groupes du terrain jurassique, démontreraient que la mer a été agitée sur les côtes et relativement de courte durée pendant la formation du lias, puis qu'elle a été calme et de longue durée pendant la formation des oolithes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains houillers des bords du Rhin.* Note de M. H. **Douvillé.**

(Commissaires : MM. Brongniart, Ch. Sainte-Claire Deville, de Verneuil.)

« M. Naumann a depuis longtemps séparé les bassins houillers de la Saxe en deux groupes distincts, reposant l'un sur l'autre en stratification discordante ; après sa description du terrain houiller inférieur, il ajoute que ce dernier terrain se rattache immédiatement au terrain de transition, et sous ce point de vue doit être rapproché des bassins houillers de l'Angleterre, de la Belgique, de la Westphalie et de la haute Silésie, tandis qu'il paraît essentiellement distinct de ceux de la basse Silésie, de la Thuringe et de Zwickau. Cette distinction, que M. Naumann s'est borné à indiquer, peut être établie d'une manière précise dans les pays rhénans : c'est l'objet de la présente note.

» MM. Sedgwick et Murchison ont signalé également les grandes dislocations qui ont eu lieu en Allemagne et en France au milieu de la période houillère; mais ils nous paraissent avoir méconnu les phénomènes qui se sont passés à cette époque sur les bords du Rhin. Ils ont montré, dans leurs travaux, que le système de grès et de schistes connu en Allemagne sous les noms de *jüngste Grauwacke*, *Kulmgrauwacke* doit être rattaché à la formation houillère. Ce système a été identifié par sa flore (*Bornia radiata*, Brongt. Sp. — *Calamites transitionis*, Rœmer) à la première zone de M. Geinitz, c'est-à-dire au terrain houiller inférieur de la Saxe.

» Dans un Mémoire récent, MM. Michel Levy et Choulette ont rapporté à un grand cercle du réseau pentagonal, le *Primitif de Lisbonne* [dirigé à Freiberg, 60° 29' (1)] les accidents qui en Saxe ont séparé le terrain houiller

(1) Les angles sont comptés de 0 à 180 degrés à partir du nord vrai, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

inférieur du terrain houiller supérieur. Cette systématisation des directions va nous permettre de suivre vers l'ouest les dislocations qui ont eu lieu à cette époque.

» Dans la Thuringe, les terrains paléozoïques, y compris la grauwacke à *Bornia*, sont plissés dans la direction nord-est, tandis que les terrains houillers intimement unis au terrain permien inférieur reposent sur les terrains précédents en stratification discordante.

» Plus au nord, dans le Hartz, un plissement énergique toujours de même direction a affecté le terrain dévonien, le calcaire à goniatites et les schistes à posidonies, équivalents du calcaire carbonifère, ainsi que la grauwacke à *Bornia*. Le terrain houiller supérieur d'Ilfeld repose en stratification discordante sur les couches plissées et est recouvert immédiatement par le terrain permien inférieur.

» De l'autre côté du Wéser se trouve le massif rhénan qui nous présente le prolongement des terrains anciens du Hartz et de la Thüringe. Ici les couches anciennes ont été étudiées avec le plus grand soin, et l'on a reconnu que toutes les couches dévoniennes et carbonifères sont *concordantes*, jusques et y compris les terrains houillers de la Belgique et de la Westphalie qui forment, au nord, la bordure du massif. Vers l'est, le calcaire carbonifère proprement dit est remplacé peu à peu par ses équivalents, le kieselschiefer et les schistes à posidonies; les couches de houille disparaissent également, et au-dessus des schistes à posidonies on ne rencontre plus dans la Hesse qu'une puissante formation de schistes et de grauwackes avec *Bornia radiata*. Toutes ces couches sont fortement plissées parallèlement au primitif de Lisbonne et viennent ainsi mettre en évidence l'existence d'un mouvement considérable dans l'écorce terrestre postérieur au terrain houiller inférieur. Dans les pays que nous venons de parcourir, ce plissement est intercalé au milieu de la période houillère : il en est de même ici. Sur les couches redressées du massif rhénan viennent s'appuyer, au sud, en stratification *discordante*, les couches du bassin houiller de Sarrebrück, et tandis que nous avons vu le terrain houiller de la Belgique et de la Westphalie se relier stratigraphiquement aux terrains plus anciens, ici, au contraire, il y a passage aux terrains plus récents, et l'on sait combien il est difficile, dans le bassin de Sarrebrück, de tracer une limite entre le terrain houiller et le terrain permien.

» Il y a donc lieu de distinguer sur les bords du Rhin deux terrains houillers séparés par un grand phénomène géologique : 1° un terrain houiller inférieur, tantôt dépôt de rivage et riche alors en couches de houille, comme

en Belgique et en Westphalie, tantôt représenté seulement par des schistes et par des grès, comme dans la Hesse. — 2° Un terrain houiller supérieur représenté par les couches inférieures de Sarrebrück.

» Cette distinction peut être facilement étendue à la région vosgienne. M. Élie de Beaumont a depuis longtemps signalé l'analogie que présentent entre eux les bassins houillers de Sarrebrück, de Villé, de Saint-Hippolyte, de Ronchamp, ainsi que ceux de Sincey, de Saint-Gervais et de Littry, et le contraste qu'ils forment avec ceux de la Belgique et du sud du pays de Galles. Les bassins houillers d'Autun et du Creusot, si intimement liés au terrain permien inférieur, se rattachent naturellement, comme celui de Ronchamp, au terrain houiller de Sarrebrück. Enfin, la grauwacke de Thann, fortement plissée, nous présente le *Bornia radiata* avec une flore très-analogue à celle du terrain houiller inférieur de la Saxe; elle fait partie de ce que M. Élie de Beaumont a appelé le terrain de porphyre brun, sur lequel le terrain houiller de Ronchamp repose en stratification discordante.

» On voit donc que le phénomène de plissement qui a partagé en deux la période houillère a été général dans la région comprise entre les Vosges et la Saxe, et que, dans cette région, il a suivi à très-peu près le Primitif de Lisbonne.

» Nous réservons pour une prochaine Communication l'exposé des modifications que ce mouvement a éprouvées dans le reste de la France et en Angleterre. »

LITHOLOGIE. — *Étude minéralogique de la serpentine grise.* Note de **M. Stan. Meunier.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les roches réunies sous le nom de *serpentines* présentent, à côté de caractères communs, des différences considérables. Elles constituent une famille plutôt qu'une espèce. J'examinerai aujourd'hui la constitution minéralogique des roches qui rentrent dans le type des serpentines grises et grenues, si abondamment représentées dans les Alpes.

» Les échantillons sur lesquels a porté mon examen sont au nombre de dix, et je crois utile, au point de vue des vérifications, de les désigner ici par les signes de Catalogues qui leur sont affectés dans les Collections du Muséum. Ce sont : 1° une serpentine du glacier des Bossons, dans la vallée de Chamounix, donnée par M. Gillet-Laumont, et portant le signe 6.T.597; 2° une serpentine provenant des environs de Verrès, dans la vallée d'Aoste,

et faisant partie de la collection du marquis de Drée, 8.N.1225; 3° et 4° deux échantillons recueillis par Cordier, entre Verrès et Saint-Vincent, dans la vallée d'Aoste, 8.R.197 et 8.R.198; 5° une serpentine de la Combe d'Alen, au mont Rose, collection de Drée, 8.N.1208; 6° une serpentine du glacier du val Sorrey, au grand Saint-Bernard, collection de Drée, 8.N.1335; 7° une serpentine d'Imbrunetta, en Toscane, collection de Drée, 8.N.593; 8° une serpentine du mont Temla, dans le Marsthal, en Styrie, collection Sennoner, 5.M.302; 9° une serpentine recueillie par la Commission scientifique de Morée à Sikima, île de Tynos, dans l'archipel grec, 5.A.105; enfin 1° une serpentine de Caéthé, province de Minas-Geraes, au Brésil, rapportée par M. Claussen, 7.R'.59.

» La roche représentée par ces divers échantillons offre une couleur d'un gris verdâtre et une texture essentiellement grenue. Dans certains cas, elle tend à devenir un peu schistoïde, mais, en général, elle n'offre aucun délit. Elle n'agit pas sensiblement sur l'aiguille aimantée, et cependant on peut, au moyen d'un aimant, extraire de la roche pulvérisée une proportion appréciable de substance attirable. Sa dureté n'est pas grande : égale à 3 environ de l'échelle de Mohs, et voisine par conséquent de celle du spath calcaire. Son toucher est un peu onctueux. Sa ténacité est très-grande, et, sous le choc du marteau, on la brise en éclats anguleux, limités quelquefois par des surfaces offrant un poli naturel. Lorsque ces surfaces polies n'apparaissent pas, la cassure est un peu esquilleuse et cireuse. La densité de cette roche est comprise, suivant les échantillons, entre 2,37 et 2,52. L'analyse élémentaire d'un échantillon d'apparence moyenne m'a donné les nombres suivants :

| | |
|---|---|
| Silice | 39,90 |
| Magnésie | 38,10 |
| Alumine | 1,25 |
| Chaux | 2,00 |
| Protoxyde de fer | 6,42 |
| Eau | 11,60 |
| | 99,27 |

» Je n'ai d'ailleurs exécuté cette analyse que pour avoir un point de repère avec les résultats obtenus par les minéralogistes; en thèse générale, une analyse de ce genre n'a qu'un très-faible intérêt pour le lithologiste. J'ai concentré tous mes efforts sur l'examen minéralogique de la roche.

» La substance étant finement pulvérisée dans un mortier d'agate, une portion de la poudre est débarrassée, au moyen d'un aimant, de la matière

magnétique qui peut s'y trouver mélangée. Si l'on veut en déterminer le poids, il faut opérer sur 10 grammes au moins et recourir, bien entendu, à tous les procédés de nature à procurer un triage aussi parfait que possible. Le résidu de cette première opération est exclusivement formé de substances silicatées. Il est mis en digestion dans l'acide chlorhydrique pur, et abandonné à une douce chaleur pendant un temps très-prolongé. Beaucoup de mes attaques ont duré un mois, de l'acide étant ajouté chaque jour dans la capsule, afin de maintenir le niveau constant. Au bout de ce temps, le résidu est débarrassé de la silice provenant de l'attaque, bien lavé, séché, pesé et soumis à l'analyse suivant la méthode ordinaire. La différence entre le poids de ce résidu et le poids de la serpentine examinée consiste évidemment en silicate attaquable. Toutes les serpentines grises que j'ai traitées par ce procédé n'ont pas donné les mêmes nombres pour les proportions des diverses matières qui y sont mélangées, mais il y avait peu d'écart entre les résultats extrêmes; la serpentine des Bossons, qui peut être considérée comme moyenne, a donné :

| | |
|---|---|
| Matière magnétique | 0,79 |
| Silicate inattaquable | 0,80 |
| Silicate attaquable | 98,41 |
| | 100,00 |

» La matière magnétique consiste exclusivement en oxyde de fer; elle est anhydre et offre toutes les propriétés de la magnétite.

» Le silicate inattaquable est à base de magnésie et d'oxyde de fer, avec traces très-sensibles d'alumine. La faible quantité de matière dont je disposais ne m'a pas permis d'en faire une analyse complète, mais j'ai reconnu qu'il est absolument anhydre et j'ai pu y doser la silice. Celle-ci constituant 52 pour 100 du minéral, on doit comprendre celui-ci dans le groupe des pyroxènes; l'examen microscopique a pleinement confirmé cette conclusion.

» Reste le silicate attaquable, et ici, en même temps que l'intérêt augmente, la difficulté devient beaucoup plus considérable. En effet, dans l'analyse précédente, ce silicate a été complétement détruit et par conséquent il est difficile de se faire directement une idée de sa constitution. Toutefois un premier résultat certain est que ce silicate est hydraté. La serpentine qui m'occupe renferme, comme on l'a dit, de 11 à 12 pour 100 d'eau, et ce qui précède montre que toute cette eau appartient à la substance attaquable. L'idée simple, celle qui a été admise généralement, est de voir dans cette substance un composé défini d'eau, de silice et de bases. Mais il

est indispensable de s'assurer si cette supposition s'accorde avec les faits d'observation. Or, comme on va voir, il n'en est rien. L'examen microscopique d'une lame mince de serpentine montre que la pâte de cette roche est loin d'être homogène. On y voit, si l'on opère dans la lumière polarisée, une substance cristalline, extrêmement active, formant des grains réunis entre eux par une substance grise, opalescente et amorphe. Çà et là se montrent des grenailles absolument opaques, dont quelques-unes dans la lumière réfléchie manifestent l'éclat métallique. Il résulte, de cette nature complexe de la pâte, la nécessité de tenter la séparation des diverses matières également attaquables par les acides et qui peuvent se trouver en mélange dans la roche. Je n'ai pas besoin d'insister sur les difficultés spéciales d'une semblable séparation. L'emploi des acides étant interdit, j'ai eu recours à celui des alcalis, dont M. Delesse a signalé dans certains cas les propriétés, et le succès que j'ai obtenu m'engage à résumer rapidement mes résultats.

» Il s'agissait de savoir comment se comporterait la serpentine pulvérisée, mise en présence d'une lessive plus ou moins concentrée de potasse, et maintenue à ce contact pendant un temps plus ou moins long. Dans ce but, plusieurs séries d'expériences furent instituées parallèlement : je me bornerai à en faire connaître la conclusion générale. La serpentine des Bossons déjà citée (6. T. 597.), laissée pendant un mois à froid en contact avec une lessive concentrée de potasse, fut partiellement attaquée. Le résidu soumis à la lévigation, dans le but de le débarrasser des flocons grisâtres provenant de l'attaque, ne contenait plus que 7,742 pour 100 d'eau, au lieu de 11,60 que renferme normalement la roche. En opérant à chaud (80 degrés environ), j'arrivai au bout de huit jours à obtenir un résidu ne contenant que 2,517 pour 100 d'eau, et je ne doute pas que la déshydratation totale ne puisse être obtenue. Si je n'ai pas cherché à la réaliser, c'est qu'elle ne peut être atteinte sans que la portion anhydre de la roche soit elle-même, à la longue, attaquée par la lessive alcaline. Quoi qu'il en soit, la substance lavée après son traitement par la potasse et soumise à l'action de l'acide chlorhydrique fut fortement attaquée, avec production de silice gélatineuse, et se comporta comme une matière fort riche en péridot et renfermant de très-petites quantités de silicates pyroxéniques inattaquables. Ces expériences, recommencées plusieurs fois sur des échantillons de provenances très-diverses, donnèrent toujours les mêmes résultats, sauf au point de vue de la proportion relative des substances attaquables, hydratée et non hydratée, et il fut établi pour moi que la partie attaquable aux acides, dans les serpentines grises, est constituée par le mélange du péridot avec un hydrosilicate

magnésien. J'ajouterai que cette conclusion est pleinement confirmée par l'examen microscopique du résidu de l'attaque par la potasse, qui montre bien dans celui-ci le péridot tout à fait prédominant. On doit avoir soin d'opérer dans l'eau; or les grains superficiellement altérés par l'alcali ne sont guère transparents quand ils sont secs. C'est manifestement le silicate hydraté qui apparaît au microscope, dans les lames minces, sous l'aspect d'une matière opalescente et amorphe, tandis que le péridot se reconnaît à sa transparence et à son activité. Dans un échantillon, ce silicate hydraté constituait à très-peu près la moitié en poids de la substance attaquable aux acides, et devait par conséquent renfermer environ 25 pour 100 d'eau, ce qui est la proportion contenue dans beaucoup de variétés de magnésite.

» En résumé, les serpentines grises et grenues consistent essentiellement dans le mélange des quatre minéraux suivants : *magnétite, pyroxène, péridot, magnésite.*

» Je me borne, pour aujourd'hui, à constater ce résultat des analyses, me promettant d'y revenir prochainement en montrant comment on peut rendre compte de la nature minéralogique des serpentines dont il vient d'être question. »

**M. Baudoin** adresse, par l'entremise de M. le général Morin, pour le concours de l'un des prix Montyon, une description du « monte-courroie » dont il est l'inventeur. Cette description est extraite du Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

(Renvoi au concours du prix de Mécanique, fondation Montyon.)

**M. A. Weiler** écrit, de Mannheim, pour annoncer l'envoi d'un ouvrage relatif au problème des trois corps.

(Renvoi à la Commission du grand prix des Sciences mathématiques.)

**M. Brachet** adresse une Note relative à un projet d'hélioscope.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

**M. le Directeur de l'École des Ponts et Chaussées** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, les treize premières livraisons de la collection de dessins et de notices que l'École publie, sur les principaux travaux publics de la France et de l'étranger.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un opuscule de M. *E. Dupeyron* intitulé : « Soulèvements de montagnes et leurs effets sur les terrains de Lot-et-Garonne »;

2° La « Clinique chirurgicale de M. *F. Rizzoli* », traduite de l'italien par M. *Andreini*. Cet ouvrage, qui est présenté à l'Académie par M. Larrey, est le recueil des travaux insérés par l'auteur dans les « Actes de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne » ou dans divers journaux de médecine : il comprend des Mémoires relatifs à un très-grand nombre de questions de Chirurgie et d'Obstétrique.

ACOUSTIQUE. — *Des relations qui existent entre les nombres de vibrations des sons musicaux et leurs intervalles. Règle à calcul acoustique.* Note de **M. G. GUÉROULT**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Jusqu'ici, à ma connaissance du moins, on a toujours mesuré un intervalle musical par le rapport des nombres de vibrations des deux sons qu'il sépare. Il résulte de ce système que, pour prendre la moitié, le quart, le douzième d'un intervalle donné, il faut prendre, non la moitié, le quart, le douzième, mais la racine carrée, la racine quatrième, la racine douzième de son expression numérique. Pour ajouter ou retrancher deux intervalles, on est obligé, non de les additionner ou de les soustraire, mais de les multiplier ou diviser l'un par l'autre. Pour savoir combien de fois un intervalle donné en contient un autre plus petit, il faut chercher l'exposant de la puissance à laquelle il faut élever le dernier pour reproduire le premier.

» Indépendamment de ces complications arithmétiques, cette notation a l'inconvénient, beaucoup plus grave encore, d'obscurcir dans l'esprit la notion même de l'intervalle.

» Un intervalle est une *distance*, c'est-à-dire une *longueur ;* dans le langage acoustique on les traite toujours comme des *hauteurs*. La gamme est appelée aussi l'*échelle* des sons. Qu'on essaye de se représenter une échelle, par le moyen des *rapports* et non des *différences* de hauteur des échelons, et l'on se fera une idée exacte des difficultés qu'oppose perpétuellement la notation actuelle des intervalles au travail mental de l'acousticien.

Il est beaucoup plus simple de prendre, pour mesure de l'intervalle, le *logarithme* du rapport des nombres de vibrations. Pour partager un intervalle en $n$ parties égales, vous n'avez plus qu'à prendre la $n^{ième}$ partie du logarithme; pour ajouter ou soustraire des intervalles entre eux, vous

n'avez plus qu'à additionner ou soustraire leurs expressions numériques; pour savoir combien de fois un intervalle en contient un autre, il n'y a plus qu'à diviser le premier par le second.

» Ce simple changement de notation entraîne des conséquences nombreuses qui sont résumées par la formule suivante. Si l'on désigne par $y$ le nombre de vibrations d'un son musical quelconque par rapport à une tonique donnée, par $x$ son intervalle, sa distance à partir de cette même tonique, on a

$$y = a^x,$$

$a$ étant un nombre entier quelconque, et cette équation renferme toutes les relations qui peuvent exister entre les nombres des vibrations et les intervalles des sons musicaux. Ces relations sont figurées par la famille des courbes logarithmiques $y = a^x$; les ordonnées représentant les nombres de vibrations des sons par rapport à la tonique, et les abscisses leurs intervalles, leurs distances à partir de cette même tonique.

» D'après les considérations qui précèdent, je fais construire en ce moment une règle à calcul acoustique, dont je vais indiquer ici, pour prendre date, le principe et les applications les plus importantes.

» Sur une règle, disposée à peu près comme les règles à calcul ordinaires, on prend une longueur horizontale égale à $0^{m},3010$, c'est-à-dire au logarithme de 2, exprimé en millimètres. Cette longueur, qui représente l'intervalle d'octave, est divisée :

» 1° En douze parties égales, qui représentent les intervalles des tons et des demi-tons de la gamme tempérée;

» 2° En un certain nombre de parties correspondant aux intervalles de *ut, ré, mi, fa*, etc., respectivement égales aux logarithmes de 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, etc. Sur trois lignes horizontales distinctes, les intervalles de la gamme tempérée, de la gamme naturelle, de la gamme pythagoricienne, sont ainsi figurés séparément.

» 3° La règle est encore divisée horizontalement en 56 parties égales, correspondant chacune à l'intervalle de 1 *comma* $\left(\frac{81}{80}\right)$ et égales à $0^{m},0054$. Ces 56 *commas*, qui font un peu plus d'une octave, sont eux-mêmes divisés en dix parties égales.

» En chacun des points *ut, ré, mi*, etc. de la ligne horizontale, s'élèvent des perpendiculaires respectivement égales à $0^{m},01$, multiplié par

$1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}$, etc., qui représentent les nombres de vibrations. Leurs extrémités, réunies par une ligne continue, forment la courbe $y = \frac{1}{100} 10^x$. Un curseur métallique, divisé en millimètres et dixièmes de millimètres, permet de mesurer les ordonnées de la courbe.

» Sur le revers de la règle est figurée une courbe analogue $y = \frac{1}{100} 10^{10x}$, où les intervalles ou abscisses sont le dixième des abscisses de la courbe tracée sur la face de la règle, tandis que les ordonnées conservent la même valeur. La coulisse ne présente que les divisions horizontales de la face de la règle au-dessous de laquelle elle est placée.

» Au moyen des dispositions qui précèdent, on peut, entre autres très-nombreuses applications :

» 1° Faire toutes les opérations possibles sur les intervalles;

» 2° Trouver la place dans la gamme d'un son musical quelconque, donné soit par le nombre de ses vibrations, relativement à la tonique, soit par l'intervalle qui le sépare de cette dernière, et *vice versâ;*

» 3° Déterminer la place, dans la gamme, des sons résultants (différentiels) de divers ordres pour un intervalle quelconque. Les vibrations du *son résultant* de deux autres étant représentées par la différence des ordonnées des deux sons composants, on les lit immédiatement sur le curseur. Des horizontales, menées de tous les points *ut*, *ré*, *mi*, etc., placés sur la courbe, facilitent cette recherche. La différence étant connue, on trouve la place du *son résultant*, en promenant le curseur jusqu'à ce qu'on rencontre une ordonnée égale à cette différence.

» 4° Par un procédé, exactement identique, on trouve le nombre de battements de deux sons voisins donnés, en fonction du nombre de vibrations de la tonique.

» Dans une Note subséquente, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie quelques autres applications de la règle à calcul acoustique. »

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices développées au contact des métaux et des liquides inactifs* (suite). Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. Jamin.

« Dans la première Partie de ce travail (1), je me suis occupé des modifications que le frottement d'un corps mou, tel qu'un linge, peut faire éprouver

(1) *Voir* dans les *Comptes rendus*, séance du 26 février.

au platine; j'ai attaché de l'importance à l'étude de ces modifications, parce que, dans les recherches très-étendues qui ont été faites en Allemagne sur la classe de forces électromotrices dont je m'occupe en ce moment, on s'est généralement servi d'un linge pour donner le dernier poli aux lames mises en expérience; il m'a paru indispensable, pour cette raison, de rechercher avant tout si le seul frottement d'un linge ne pouvait pas donner naissance à des variations de force électromotrice.

» Il me reste maintenant à parler des modifications que la chaleur peut faire éprouver au platine; mais, pour faire comprendre l'intérêt qui peut s'attacher aux résultats obtenus, je crois utile de rappeler, en quelques mots, les idées théoriques au moyen desquelles on a essayé d'expliquer les faits analogues. Les savants qui se sont occupés avant moi de l'étude des forces électromotrices que le platine peut développer lorsqu'il est mis en contact avec l'eau distillée, ont en général attribué ces forces à l'oxygène qui se trouve condensé, en plus ou moins grande quantité, à la surface du métal; mais deux opinions tout à fait contradictoires ont été émises sur le rôle de cet oxygène. Suivant l'une de ces opinions, qui est, je crois, celle que M. Becquerel avait adoptée d'abord, le platine absorbe le gaz lorsqu'il est hors de l'eau, et il s'en débarrasse lorsqu'il est immergé; d'où il résulte nécessairement que l'absorption de l'oxygène a pour effet de diminuer la *positivité* du platine. Suivant l'autre manière de voir, qui me paraît avoir prévalu en Allemagne, c'est au contraire lorsque le platine est plongé dans l'eau, qu'il condense l'oxygène à sa surface; il l'abandonne lorsqu'il est exposé à l'air et soumis à certaines opérations; lorsqu'on adopte ce point de vue, on est forcé d'admettre que l'absorption de l'oxygène augmente la *positivité* du métal. Ne trouvant ni l'une ni l'autre de ces explications complétement satisfaisante, je me suis hasardé à en proposer une troisième, toute différente des deux premières, qui fait dépendre les courants absorbés de l'adhérence qui s'établit graduellement entre le liquide et le métal : de même que, dans les piles hydroélectriques ordinaires, la force électromotrice mise en jeu n'est pas autre chose, suivant les vues de Faraday, que l'affinité qui produit la combinaison chimique, j'admets que la force électromotrice développée dans mes expériences n'est pas autre chose que l'affinité qui produit l'adhérence. Pour expliquer, à ce point de vue, les résultats exposés dans ma précédente Note, il faut admettre à la vérité qu'une lame frottée se mouille plus difficilement et plus lentement qu'une lame qui n'a pas subi cette opération; mais on ne peut pas douter, je crois, qu'il en soit réellement ainsi, d'après les expériences que j'ai citées.

» Il résulte de ces expériences qu'une lame de platine, qui a perdu la faculté de se mouiller, sons l'influence du frottement, retrouve cette faculté lorsqu'on la chauffe à une certaine température; la théorie que je viens d'indiquer permet de conclure de là qu'une lame, qui a été rendue négative par un frottement prolongé, doit perdre une partie au moins de sa négativité lorsqu'on la porte à une température convenable; c'est ce qui arrive en effet. J'ai constaté d'abord qu'une certaine lame de platine frottée, avec un linge mouillé, puis avec un linge sec, comme je l'ai indiqué, développait au moment de son immersion une force négative égale à 50 unités environ, lorsqu'on la plongeait dans l'eau immédiatement après l'avoir frottée et qu'on l'opposait à une lame normale; ensuite j'ai déterminé, dans une série d'expériences, les valeurs que prenait la force électromotrice lorsque la lame, après avoir été frottée, toujours de la même manière, était chauffée pendant un certain temps dans une étuve, puis refroidie avant d'être plongée. J'ai trouvé, en opérant ainsi, que la négativité de la lame est toujours diminuée par l'action de la chaleur, mais que la diminution varie avec la température de l'étuve : cette diminution est de 2 à 3 unités seulement pour la température de 100 degrés, de 5 à 6 unités pour la température de 180 degrés, de 14 à 18 unités pour la température de 275 degrés et pour les températures plus élevées.

» L'action de la chaleur peut être expliquée de différentes manières, suivant l'idée qu'on se fait de la modification apportée par le frottement. Si l'on imagine que cette opération laisse un dépôt invisible sur le métal, on dira que ce dépôt est détruit à une certaine température, et si l'on admet, comme je suis porté à le faire, que le frottement ne fait pas autre chose que d'écrouir légèrement le métal, on dira que cet écrouissage disparaît par le recuit.

» Je passe maintenant aux modifications que l'action seule de la chaleur peut faire subir au platine. Nous supposerons, pour écarter toute influence du frottement, que la lame de platine, prise dans l'état normal, est transportée tout humide, sans subir aucun essuyage, dans le vase où elle doit être chauffée; si, après l'avoir soumise à l'action de la chaleur pendant un certain temps, on la laisse refroidir et qu'on l'immerge de nouveau dans l'eau distillée, elle est toujours négative au moment de son immersion, par rapport à une lame normale plongée d'avance dans le liquide, et la valeur de la force électromotrice reste à peu près la même pour toutes les températures comprises entre 100 degrés et le rouge naissant; elle est peu différente de 22 unités. Lorsque, au lieu de chauffer la lame dans un vase clos, on

la chauffe à nu dans la flamme d'une lampe, la valeur de la force électromotrice s'élève à 32 unités environ.

» On comprend maintenant pourquoi, dans les expériences où la lame est frottée d'abord et chauffée ensuite, le chauffage ne peut pas faire tomber la négativité de la lame au-dessous d'une certaine limite; il ne peut faire disparaître que la différence qui existe entre la négativité due au frottement et la négativité que le chauffage lui-même peut produire.

» J'ai supposé jusqu'à présent que la lame chauffée était plongée dans l'eau dès qu'elle était refroidie; si on la laisse exposée à l'air pendant un jour ou deux avant de la réimmerger, la valeur de la force électromotrice au moment de l'immersion varie avec l'état hygrométrique de l'air. Lorsque l'air est desséché complétement, ou à peu près, au moyen de la potasse, la valeur de la force électromotrice n'est diminuée par l'action de l'air que de 2 à 3 unités seulement; la diminution est, au contraire, de 14 à 18 unités lorsque l'air est saturé d'humidité; cette diminution peut prendre d'ailleurs toutes les valeurs comprises entre les deux limites que je viens d'indiquer, lorsqu'on fait varier convenablement l'état hygrométrique de l'air. Ces résultats sont faciles à expliquer, au point de vue que j'ai adopté; la lame chauffée devient négative parce que la chaleur expulse l'eau qui était fixée à sa surface; cette lame conserve sa négativité dans l'air absolument sec, parce qu'elle ne trouve pas d'eau à absorber; elle perd cette négativité dans l'air humide parce qu'elle attire et condense à sa surface la vapeur d'eau que l'air contient.

» Comme on le voit, l'idée théorique que j'ai mise en avant peut servir, provisoirement au moins, à relier les faits observés; ils se résument tous dans les deux propositions suivantes : 1° une lame de platine sèche, que l'on plonge dans l'eau distillée, est négative par rapport à une seconde lame déjà imbibée d'eau; 2° une lame sèche et écrouie par le frottement est négative par rapport à une autre lame également sèche mais recuite; et la seconde proposition peut être considérée comme une conséquence de la première, lorsqu'on admet, ce qui me paraît démontré par l'observation directe, qu'une lame écrouie se mouille plus difficilement qu'une lame recuite. »

PHYSIQUE. — *Note sur les courants induits résultant de l'action des aimants sur les bobines d'induction normalement à leur axe; par* **M. Th. du Moncel.**

« Jusqu'à présent, on ne s'est guère occupé que des effets d'induction produits par l'aimantation directe des noyaux magnétiques dans le sens de

leur axe; mais les effets si complexes que présente la distribution du magnétisme sur les armatures des aimants pouvait faire supposer que des réactions moins simples devaient être en jeu quand l'induction était le résultat d'une action exercée perpendiculairement à l'axe des bobines induites, et surtout quand cette cause inductrice se déplaçait elle-même. C'est ce genre de réactions qui a donné naissance à la curieuse machine de M. Gramme; ce sont celles que j'ai étudiées dans le travail que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Pour qu'on puisse se faire une idée bien nette des effets mis en jeu dans ces réactions, il faut se rappeler ce principe que j'ai démontré, il y a environ quinze ans (*voir* mon *Étude du magnétisme*, p. 53), que, dans une armature soumise à l'action d'un pôle magnétique, *le magnétisme attiré n'occupe qu'un espace hémisphérique très-limité au-dessus du pôle inducteur, que le magnétisme repoussé occupe tout le reste de la masse magnétique,* et que le magnétisme attiré, quoique occupant un espace d'autant moins grand que l'intervalle entre l'armature et l'aimant est plus petit, n'en agit pas pour cela moins énergiquement, du moins dans les réactions dynamiques auxquelles son action donne lieu. Cela posé, nous allons commencer par examiner ce qui se passe quand, sur une bobine d'induction traversée par un noyau de fer un peu long, on fait réagir normalement à son axe le pôle d'un fort aimant, et quand on fait voyager celui-ci d'une extrémité à l'autre de la bobine.

» On remarquera d'abord que cette action peut donner naissance à trois sortes de courants induits : 1° à des courants d'aimantation, qui se développent au moment où le pôle inducteur de l'aimant approche de l'une ou de l'autre des extrémités de la bobine, et qui sont de sens différents à ces deux extrémités; 2° à des courants induits, d'une nature particulière, qui résultent de *l'interversion des polarités* magnétiques déterminées dans le noyau magnétique de la bobine, et dont le sens varie suivant le sens du mouvement de l'aimant inducteur; 3° à des courants de désaimantation, qui se produisent au moment où, le mouvement de l'aimant étant accompli, on enlève celui-ci.

» Ces courants d'aimantation et de désaimantation, qui sont de sens différents quand on les excite aux deux extrémités de la bobine, parce que le noyau magnétique recouvert par l'hélice est polarisé d'une manière inverse dans les deux cas, peuvent être relativement plus ou moins forts quand le noyau de fer dépasse les extrémités de la bobine d'une manière inégale, et cela, parce que la polarité magnétique du noyau la plus directement op-

posée à l'aimant peut se trouver plus ou moins affaiblie par la masse de fer qui dépasse. Ces courants, du reste, peuvent être *annihilés complétement quand on les excite au milieu de la bobine*, car, dans ce cas, la polarité de nom contraire à celle de l'aimant inducteur constitue, au milieu du noyau magnétique, un *point conséquent* qui rend *nulle* l'action de ce noyau, le courant d'induction produit par l'une des moitiés de ce noyau se trouvant détruit par celui qui détermine l'autre moitié. Du reste, en tout autre point de la bobine, les courants d'aimantation et de désaimantation peuvent plus ou moins manifester leur présence, parce que les deux parties du noyau magnétique des deux côtés du point conséquent ne sont plus égales.

» Quand la bobine d'induction est recourbée, ainsi que le noyau qui la traverse, de manière à constituer un *anneau*, les courants d'aimantation et de désaimantation ne peuvent prendre naissance, parce que, dans quelque position que l'on applique l'aimant, la polarité contraire excitée par celui-ci, et qui est toujours relativement restreinte, est intermédiaire entre deux polarités de même nom, que l'on peut considérer comme égales et symétriques, et par conséquent dans les conditions des deux parties égales du barreau à point conséquent dont il a été question précédemment.

» Les courants résultant du déplacement du pôle magnétique inducteur, et que nous pourrions appeler courants d'*interversion polaire*, sont complétement indépendants de ceux que nous venons d'étudier et peuvent se produire dans les cas mêmes où ceux-ci ne peuvent se développer; ils sont la conséquence de ce que la polarité uniforme de la périphérie du noyau magnétique de la bobine, qui est de même signe que le pôle inducteur, se trouve *partiellement et successivement renversée* par la polarité restreinte et contraire qui est directement opposée à l'aimant, et qui le suit dans son mouvement, effet qu'on peut analyser facilement en faisant glisser successivement sur l'un des pôles d'un électro-aimant droit (perpendiculairement à son axe), les deux pôles d'un aimant persistant également droit. Si l'on fait cette expérience, on reconnaît, non-seulement qu'il se produit par ce seul fait un courant d'induction plus énergique que les courants d'aimantation et de désaimantation résultant de l'action d'un seul des pôles de l'aimant persistant, mais encore que ce courant n'est pas instantané et semble augmenter d'énergie jusqu'à ce que l'interversion des pôles soit complète. Le sens de ce courant varie suivant le sens du mouvement du barreau aimanté, et si on le compare à celui qui résulte de l'aimantation ou de la désaimantation du noyau électromagnétique sous l'influence de

l'un ou de l'autre des pôles du barreau aimanté, on reconnaît qu'il est exactement *de même sens que le courant de désaimantation déterminé par le pôle qui a agi le premier;* il est, par conséquent, *de même sens que le courant d'aimantation produit par le second pôle;* et comme, dans le mouvement accompli par l'aimant, le noyau magnétique de l'électro-aimant se démagnétise pour se réaimanter en sens contraire, les deux courants qui résultent de ces deux réactions consécutives se trouvent être de même sens, et fournissent par conséquent un même courant pendant tout le mouvement de l'aimant. D'un autre côté, le mouvement en sens inverse de l'aimant ayant pour effet de provoquer, en commençant, une démagnétisation en sens contraire de celle qui s'est opérée dans le premier cas, le courant qui résulte de ce mouvement rétrograde doit être de sens inverse au premier.

» Si l'on revient maintenant aux effets produits par notre aimant mobile, agissant perpendiculairement à l'axe des bobines d'induction, on pourra comprendre, d'après l'explication précédente, que, le déplacement de la polarité magnétique du noyau la plus directement surexcitée par l'aimant conducteur ayant pour effet d'*intervertir la polarité de ce noyau en avant et en arrière des points successivement influencés,* il devra en résulter que les différentes parties du noyau de la bobine constitueront successivement une série d'aimants à pôles intervertis, analogues à celui dont nous avons analysé précédemment les effets, et qui pourront provoquer ces courants de même sens dont nous avons constaté la présence, lesquels sont plus énergiques que les simples courants induits et changent de direction suivant que l'aimant inducteur marche de droite à gauche ou de gauche à droite. On s'explique d'ailleurs facilement que ces effets doivent être diamétralement opposés quand le pôle inducteur de l'aimant change de signe.

» Si la bobine d'induction est disposée de manière à constituer un anneau, on comprend facilement que, l'aimant pouvant se mouvoir tout autour de l'hélice d'une manière continue et dans une même direction, il devra en résulter que les courants d'interversions polaires devront être continus, et durer tout le temps que l'aimant tournera autour de la bobine annulaire, ou, ce qui revient au même, tout le temps que la bobine annulaire tournera devant l'aimant. Tel est le principe sur lequel est fondée la machine de M. Gramme.

» Si, au lieu d'une seule bobine placée sur un noyau de fer, on en considère deux parfaitement distinctes, et disposées de manière que le bout de sortie du fil de l'une soit relié au bout d'entrée du fil de l'autre, les effets que nous avons constatés se retrouvent exactement et se pro-

duisent comme si les deux bobines n'en formaient qu'une; mais, si les bouts des fils de ces bobines sont réunis les uns aux autres d'une manière inverse, aucun courant ne peut se développer, et cela se comprend aisément, puisque, dans ces conditions, les courants fournis individuellement dans les deux bobines sont opposés l'un à l'autre; toutefois, dans cette dernière condition, on peut obtenir des effets énergiques si on unit les deux fils de jonction des bobines aux extrémités du circuit extérieur, et, pour s'en rendre compte, il suffit de considérer que la disposition du système magnétique se trouve alors dans les conditions de deux piles d'égale énergie, dont les pôles de même nom sont reliés l'un à l'autre, et qui se trouvent ainsi accouplées en quantité. Le courant extérieur qui semble alors constituer une sorte de dérivation se trouve donc, par le fait, réunir les deux pôles du système électromagnétique, lesquels pôles sont alors représentés par les fils de jonction des bobines. Cette disposition, habilement appliquée par M. Gramme à sa machine, a résolu de la manière la plus heureuse le problème de la mise en action des aimants en fer à cheval, et établit à elle seule une ligne de démarcation très-tranchée entre son invention et celle de M. de Romilly qui l'avait précédée. »

EMBRYOGÉNIE. — *Segmentation de la cicatricule dans l'œuf des poissons plagiostomes.* Note de **M. Z. Gerbe**, présentée par M. Coste.

« Après sa belle découverte de la segmentation dans l'œuf des oiseaux, découverte qui comblait une grande lacune dans l'histoire du développement des animaux, M. Coste, invoquant l'analogie, put dire avec raison que, chez les plagiostomes, la cicatricule seule, comme il l'avait vu chez les poules, les lézards, les serpents, les tortues, etc., devait être le siége de la segmentation.

» De longues recherches faites au laboratoire de Concarneau depuis plusieurs années, et notamment en 1870, m'ont permis de recueillir des faits qui confirment pleinement cette proposition : ce sont les raies qui me les ont fournis. Je résume ici mes observations à ce sujet.

» Chez les raies, la cicatricule, immédiatement après que la vésicule qui en occupe le centre s'est évanouie et que l'ovule a abandonné l'ovaire, manifeste un premier changement dans sa configuration. Les éléments organiques qui la composent, en quelque sorte disséminés et sans cohésion, se rapprochent, se condensent comme s'ils étaient sollicités par une force centrale, et à une cicatricule tout à l'heure très-déprimée, mince, à limites

assez diffuses et assez étendues, succède une cicatricule plus limitée, bien accentuée, formant un petit disque épais, saillant comme un bouton de variole et à bords nettement accusés. Ce travail de condensation est indépendant de toute influence de l'élément fécondant : il se produit sur l'œuf engagé dans l'oviducte, qu'il ait été imprégné ou non; mais si la fécondation est intervenue, d'autres modifications surviennent, qui changent radicalement la constitution du germe. D'exclusivement granuleuse qu'elle était, la cicatricule acquiert un premier degré d'organisation; elle devient celluleuse. Pour en arriver là, les choses se passent ici absolument comme chez toutes les espèces dont le germe est sous forme de disque. Un premier sillon de 2 millimètres environ d'étendue, semblable à une dépression que l'on produirait avec le tranchant de l'ongle sur de la pâte molle, se manifeste au centre de la cicatricule. Bientôt un deuxième sillon coupe celui-ci à angle droit; puis, les sommets des quatre triangles qui résultent de ce sillonnement se détachant par segmentation, forment autant de sphères organiques primitives qui subiront à leur tour une série de fractionnements. Le phénomène se poursuivant, de nouveaux sillons, qui donneront lieu à la formation de nouvelles sphères organiques, s'avancent en rayonnant vers la circonférence de la cicatricule. Ce double travail : division incessante des sphères organiques, sillonnement de plus en plus multiplié du disque germinatif, va se poursuivant jusqu'à ce que toute la substance de la cicatricule ainsi fragmentée soit convertie en une substance organisée, exclusivement composée de cellules juxtaposées et unies ensemble. Les figures qui accompagnent cette Note sont l'expression de ces faits.

» Dans quel point de l'oviducte et à quel moment ces phénomènes s'accomplissent-ils?

» Nous savons par les observations très-précises de M. Coste que, chez les poules, la segmentation de la cicatricule ne commence pas avant que l'œuf ne soit arrivé dans le compartiment du canal vecteur où se forment les membranes de la coque; que cette segmentation est très-peu avancée lorsque l'œuf, pourvu de ces membranes, arrive dans la portion utérine où se dépose la coquille, et que c'est là surtout qu'elle s'accomplit et s'achève. En est-il de même chez les plagiostomes?

» L'oviducte de ces poissons différant de celui des oiseaux et leur œuf n'ayant pas absolument la même organisation, surtout si l'on considère les produits adventifs, il semblerait qu'il doive y avoir une différence entre les deux types, eu égard au lieu et au moment où se fait la segmentation.

» Je montrerai dans une autre Communication qu'il y a, en effet, une différence réelle quant à la manière dont se forment les chalazes, l'albumen, les membranes protectrices de l'œuf; mais, pour ce qui est du travail dont le germe est le siége, on peut dire qu'il s'opère dans des conditions sinon identiques du moins fort analogues à celles où nous le voyons se produire chez les oiseaux. C'est lorsque l'ovule descendu de l'ovaire a revêtu tout son albumen et qu'il a déjà la moitié de sa coque subcornée, albumen et coque qui lui sont fournis par la glande annexée à l'oviducte, que commence la segmentation de la cicatricule chez les raies, et c'est pendant le séjour qu'il fait, avant la ponte, dans le dernier compartiment de l'oviducte, qu'il se poursuit et s'achève. Ce compartiment, chez les plagiostomes vivipares, représente la portion utérine du canal vecteur des oiseaux.

» J'ajouterai que l'on trouve invariablement deux œufs dans les oviductes des raies (un dans chaque oviducte), et que les modifications que la cicatricule présente dans l'un et dans l'autre sont toujours les mêmes, ce qui fait supposer que leur chute de l'ovaire et leur entrée dans les oviductes doivent être à peu près simultanées. Je dirai aussi que, le plus généralement, la cicatricule occupe sur le jaune le point qui regarde la glande. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les colorations bleues chez les poissons.* Note de **M. G. Pouchet**, présentée par M. Coste.

« Les botanistes ont, depuis longtemps, classé les colorations des fleurs des végétaux en deux catégories, selon qu'elles appartiennent à la moitié la moins réfrangible (série xanthique) ou la plus réfrangible du spectre (série cyanique). La coloration des animaux, au moins en ce qui concerne les poissons et les crustacés, peut donner lieu à une distinction anatomique de même ordre. Ces colorations constituent deux groupes bien distincts, à côté d'un troisième groupe formé par les colorations brunes et noires.

» Celles-ci, connues depuis longtemps, sont dues à la présence de granulations généralement très-fines et très-foncées, insolubles dans l'acide sulfurique concentré (pigment mélanique).

» Une seconde classe (série xanthique) s'étend du rouge à l'orangé et au jaune inclusivement. Les pigments de cette série sont tantôt à l'état grenu et tantôt à l'état de dissolution réciproque, dans la substance contractile des éléments anatomiques que nous avons désignés sous le nom de *chromoblastes*. Il est extrêmement rare d'y trouver un pigment appartenant à la portion la plus réfrangible du spectre, et quand cela arrive, comme chez

la crevette grise (*C. vulgaris*), les chromoblastes à pigment violet sont en quelque sorte les antagonistes des chromoblastes à pigment jaune : ils s'étalent sous les influences qui resserrent ceux-ci; ils se rétractent quand les autres se mettent en expansion.

» La troisième classe (série cyanique) n'a rien de commun avec la précédente. On ne trouve jamais, en particulier, de pigment bleu dans la substance des chromoblastes. Les colorations bleues sont partout dues, chez les poissons et chez les crustacés, soit à de véritables *teintures* qui imprègnent à la fois plusieurs tissus, soit à des phénomènes optiques spéciaux. Dans la première variété rentrent : la couleur bleue du test du homard; celle qu'offre passagèrement le palémon; la teinte verte des organes, os, muscles, derme, etc., de la moitié supérieure du corps chez l'*Esox belone*, et celle, non moins vive, qu'offre la scorpène, où presque toutes les parties, os, muscles, œsophage, intestin, en sont imprégnés, jusqu'au liquide péritonéal qu'on peut conserver plusieurs mois avec sa couleur vert bleuâtre, dans des tubes bouchés.

» Quant aux belles nuances violettes ou franchement bleues de certains poissons, nous avons pu nous assurer, par une série de recherches faites aux viviers laboratoires de Concarneau, qu'elles tiennent à un phénomène optique qui ne paraît point avoir fixé jusqu'ici l'attention des anatomistes.

» Nos observations ont porté :

» 1° Sur les points brillants d'un bleu violet, qu'on trouve sur les mâchoires de la vive (*Trachina draco*);

» 2° Sur la variété rouge et bleue du labre (*Labrus bergyltas*);

» 3° Sur la tache bleue ocellée que présentent, à la seconde dorsale, certaines variétés de cottes (*Cottus bubalis*);

» 4° Sur les nageoires du grondin où la coloration bleue est à la fois franche et intense;

» 5° Enfin sur le *Callionyme lyre*.

» Dans tous ces cas, la coloration tantôt plus violacée et chatoyante (vive, collionyme), tantôt d'un bleu franc et mat (cotte, grondin), reconnaît une cause anatomique constante. On trouve toujours au-dessous de la peau une couche plus ou moins épaisse de petits corps ovoïdes ou irrégulièrement sphériques, jaunes à la lumière transmise, et qui sont les véritables générateurs de la couleur bleue complémentaire à la lumière diffusée. Nous les appellerons *corps irisants*, d'après certaines analogies avec des éléments anatomiques qu'on trouve chez les céphalopodes et les acéphales (*Venus*).

Chez les poissons le diamètre des corps irisants varie de 2 à 4 et même 5 millièmes de millimètre. Chez le callionyme, où ils sont plus gros qu'ailleurs, on voit que chacun d'eux est formé d'une pile de lamelles extraordinairement minces, appliquées les unes contre les autres, mais qu'on parvient cependant à dissocier dans le champ du microscope; chaque corps irisant offre alors l'aspect d'un rouleau de monnaie renversé sur une table. Ces lamelles paraissent de même nature que celles qui font l'argenture. Elles sont détruites par les alcalis, par les acides minéraux, tandis que l'alcool ne les attaque pas, et laisse persister la coloration bleue qu'on retrouve toujours sous l'épithélium devenu opaque.

» Quant à la cause physique de la couleur bleue, on n'entrevoit, malgré la composition lamellaire des corps irisants qui la produisent, aucune structure géométrique assez régulièrement définie pour la rapporter aux phénomènes de diffraction des réseaux, comme l'éclat bleu-violet des plumes d'oiseau ou des ailes de papillon. Cette couleur bleue affecte uniformément l'œil sous toutes les incidences; elle persiste, quoique considérablement affaiblie, à la lumière artificielle et à la lumière du magnésium; elle disparaît à la lumière jaune monochromatique. Ce qui semble probable, c'est que cette couleur bleue, complémentaire de la couleur jaune par transparence, est due à une sorte de fluorescence, à un véritable phénomène d'épipolisme analogue à celui dont le pétrole offre un si frappant exemple et qu'on retrouve dans un certain nombre de tissus animaux tels que les cartilages articulaires, la substance ostéoïde de certains poissons, etc....

» Une conséquence de cette origine, c'est que la teinte bleue sera d'autant plus intense que les tissus seront plus noirs au-dessous de la couche de corps irisants. Aussi les trouve-t-on partout accompagnés de chromoblastes remplis de pigment mélanique. Et comme les conditions extérieures, la nourriture, la captivité, le changement de fond, les impressions diverses du système nerveux agissent directement sur l'état de dilatation ou de retrait de ces chromoblastes, on conçoit que les circonstances puissent modifier à leur tour la teinte bleue. Quand les chromoblastes noirs font défaut, elle est beaucoup moins intense que chez le grondin par exemple où l'opacité du tissu de la nageoire est complète.

» Il peut arriver de même qu'un certain nombre de chromoblastes soient disposés au-dessus de la couche de corps irisants, qu'ils masquent quand ils s'étendent, et qu'ils laissent voir seulement alors qu'ils se rétractent. Ceci arrive en particulier pour la tache ocellée du *C. bubalis*, qu'on découvre parfois tout à coup chez des individus où elle était restée invisible plusieurs jours de suite. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *De l'influence de la congélation sur le poids des tissus végétaux.* Note de **M. Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Dalibard (1) dans le cours d'expériences qu'il avait entreprises sous la direction de Buffon sur les variations de pesanteur des bois plongés dans l'eau à différentes températures, observa, il y a plus d'un siècle, que quand le froid est assez vif pour déterminer la congélation de l'eau, les bois engagés dans la glace perdent une portion notable de leur poids. Dalibard attribua ce phénomène à ce que les bois, en se contractant par l'effet du froid, expulsent une partie de l'eau dont ils sont imbibés.

M. Sachs (2) reprit les expériences de Dalibard, sur les variations de poids des bois, mais seulement pour les températures supérieures à zéro degré.

» M. Hofmeister (3) dans une série d'expériences sur ce sujet, constata, comme Dalibard, une diminution de poids des bois, par suite du refroidissement poussé jusqu'à la congélation; mais l'explication qu'il en donna est toute nouvelle. Selon lui (4), quand l'eau gèle dans les cavités du bois, l'air qu'elle contenait en dissolution se dégage sous forme de bulles à l'intérieur des cellules ligneuses. Après que le bois est dégelé, ces bulles d'air demeurent dans l'intérieur du bois, et en diminuent le poids.

» En étudiant les effets du froid sur les plantes vivantes, j'ai reconnu (5) que la glace se forme dans les tissus en dehors des cellules et que, par conséquent, l'eau qui se prend en glace est rejetée, sous l'influence du froid, hors des organes qui la contenaient.

» J'ai pensé que peut-être l'observation de Dalibard et de M. Hofmeister pourrait se rattacher au même phénomène, et j'ai cherché à reconnaître si, en se plaçant dans des conditions différentes de celles où l'expérience avait été faite, on pourrait constater une perte de poids des tissus gelés à l'air aussi bien que dans l'eau.

» Je me suis servi, pour mes expériences, de racines de carottes et de navets et de tubercules de pomme de terre, c'est-à-dire de tissus contenant

(1) Dalibard, *Expériences physiques sur la variation de pesanteur des corps plongés dans différents liquides.* (Mémoires présentés à l'Académie des Sciences, t. I, p. 236 et ss.).

(2) J. Sachs, *Quellungserscheinungen an Holzern* (*Bot. Ztg*, 1860, p. 253 et ss.).

(3) *W. Hofmeister, Weber Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Saften lebender Pflanzen* (*Flora*, 1862, n° 7, p. 103 et ss.).

(4) *Loc. cit.*, p. 105.

(5) *Comptes rendus*, T. LXX, p. 405, 1870.

une assez grande quantité d'eau, et je les ai exposés à l'influence du froid dans des bocaux contenant du chlorure de calcium.

» Dans chaque expérience, je mettais des morceaux de racine à peu près de même poids dans des bocaux; je plaçais les uns dans un mélange de glace pilée et de sel, tandis que les autres demeuraient à la température ordinaire. Je ne saurais exposer ici en détail ces expériences; je citerai seulement le résultat de deux d'entre elles, prises au hasard, comme exemples.

» Deux rondelles prises sur une même racine de navet pèsent, au commencement de l'expérience, l'une (A) 35 grammes, l'autre (B) $33^{gr},05$. Je laisse la rondelle B exposée à une température de + 18° C., tandis que la rondelle A est exposée à un froid d'environ — 10 degrés, durant quatre heures et demie. Au bout de ce temps, la rondelle A gelée pèse $33^{gr},99$; elle a perdu $1^{gr},01$ ou 2,85 pour 100 de son poids, tandis que la rondelle B pèse $32^{gr},58$ et n'a perdu que $0^{gr},47$ ou 1,42 pour 100 de son poids.

» Dans une autre expérience, on a employé des morceaux de carotte pesant l'un (A) $23^{gr},84$ au commencement de l'expérience, l'autre (B) $21^{gr},81$. Au bout d'une demi-heure d'exposition au froid la racine B gelée pèse $21^{gr},58$; elle a perdu $0^{gr},23$, soit 1,06 pour 100 de son poids; la racine A, laissée à la température de + 16, pèse $23^{gr},715$; elle a perdu $0^{gr},125$, soit 0,52 pour 100 de son poids seulement.

» Dans tous les cas que j'ai observés, les racines exposées à la gelée ont ainsi perdu plus de poids que celles qui demeuraient à la température ordinaire.

» Les tissus végétaux perdent donc dans l'air, comme les bois plongés dans l'eau, une partie de leur poids en se congelant. Cette perte ne saurait être attribuée, ce me semble, qu'à ce que les tissus abandonnent une portion de l'eau qu'ils contenaient. En effet, si pendant le gel une certaine quantité d'eau est rejetée de l'intérieur des tissus qui la contenaient au dehors, comme cela a été précédemment établi, il n'est pas surprenant que cette eau mise en liberté, perde plus par évaporation, même à une très-basse température, que celle qui à une température plus élevée demeure fixée dans les organes.

» Du reste, cette manière de voir me paraît pleinement confirmée par une nouvelle expérience, dans laquelle j'ai fait geler des rondelles de carotte, non plus à l'air, mais dans un liquide autre que l'eau, et auquel l'eau ne se mêle pas, la benzine.

» Quatre rondelles de carotte réunies deux à deux pèsent, au commen-

cement de l'expérience, les premières (I) 23gr,54, les deux autres (II) 23gr,30. Je les plonge dans deux bocaux de benzine, où je les tiens immergés. Le lot I est maintenu durant deux heures et demie à une température de —12 degrés, tandis que le lot II demeure à une température de +11°5. Au bout de ce temps, les rondelles I gelées et complétement dures sont mises dans un vase contenant de la benzine à la température ordinaire; elles y dégèlent, et en les observant alors on voit des bouquets de très-petites bulles d'air se dégager à chaque instant des divers points de leur surface, et, en même temps, toute la portion de la benzine qui est au-dessous et autour de ces morceaux de racine, se troubler. La transparence du liquide ne se rétablit que peu à peu, quand les morceaux sont dégelés, et alors on voit de petites gouttelettes d'eau se former et se réunir au fond du vase. Ce phénomène s'explique aisément : les bulles d'air qui étaient contenues dans les glaçons se sont dégagées, et l'eau provenant de la fonte de la glace, après avoir troublé la benzine, se dépose en gouttes. Au bout d'une heure, quand les tissus sont certainement dégelés complétement, je pèse les rondelles de carotte qui ont été gelées et celles qui ont été seulement plongées dans la benzine à +11°5. Ces dernières (II) pèsent 23gr,85, elles ont gagné 0gr,45, sans doute par endosmose; les rondelles qui ont gelé (I) au contraire, ne pèsent plus que 23gr,15, elles ont perdu 0gr,39.

» Cette expérience me semble montrer encore et même d'une façon plus nette, ce qui ressortait déjà des expériences précédentes, savoir, que les tissus gelés rejettent, lors de la congélation, une portion de leur eau et perdent par suite une partie de leur poids.

» Il résulte, en outre, de ces observations, que la supposition proposée par M. Hofmeister pour expliquer le phénomène n'est pas fondée. »

GÉOLOGIE. — *Réponse à une Note de M.* Garrigou, *intitulée :* « De l'unité de composition des Pyrénées, etc. »; *par* **M. A. Leymerie.**

» Je maintiens toutes mes assertions, qui, loin d'avoir été émises à la légère, ainsi que la Note de M. Garrigou semblerait l'insinuer, sont appuyées sur des observations générales, suivies pendant vingt-cinq ans :

» 1° L'existence d'un bourrelet extérieur avancé, servant de lisière à la demi-chaîne orientale des Pyrénées et parallèle à cette chaîne, est un fait évident. Il suffit d'ouvrir les yeux pour le constater, et, loin des lieux où il est si manifeste, il est encore possible de s'assurer de sa présence en jetant un simple coup d'œil sur la carte géologique de la France;

» 2° Ce bourrelet, tel que je l'ai indiqué dans ma Communication, commence à Saint-Marcet et Aurignac par une bande *faillée* qui se termine à la Garonne, au delà de laquelle les petites Pyrénées offrent un relief plus prononcé, composé de deux soulèvements anticlinaux, en forme de boutonnière, celui d'Ausseing et celui qui s'étend entre Lavellanet et Puitvert (Aude), reliés par la bande monoclinale de l'Ariège. Dans ces limites, il n'y a absolument que le terrain crétacé supérieur et le nummulitique; je défie qu'on y cite un seul point où affleure un terrain plus ancien;

» 3° Le soulèvement exceptionnel de Foix, qui a été assez énergique pour amener au jour, sous forme de voûte, le terrain jurassique, en rejetant de part et d'autre les terrains supérieurs, vient, il est vrai, apporter ici une perturbation. Je n'ai pas dissimulé ce fait dans ma Note, et il est tout simple qu'il ait porté au sud quelques-unes des couches crétacées, qui se succèdent si régulièrement au nord dans la série monoclinale que je viens de mentionner; mais, en dehors de la région où cet accident a pu exercer son influence, le chaînon des petites Pyrénées reprend son allure normale.

» 4° Je ne comprends pas dans les petites Pyrénées les régions déprimées de la demi-chaîne occidentale, qui offrent toutefois ce même caractère d'être uniquement composées des terrains pyrénéens supérieurs. J'ai seulement dit et je répète que ces terrains synchroniques de ceux de nos petites montagnes offrent des caractères lithologiques et paléontologiques différents. M. Garrigou ne pourra méconnaître ce fait, s'il vient à étudier ces contrées. Qu'il me permette, en attendant, de lui offrir un témoignage qu'il ne voudra sans doute pas récuser. Voici comment s'explique à cet égard M. d'Archiac, dans l'un des Mémoires qu'il a consacrés à la description des fossiles des Basses-Pyrénées :

« Il existe des différences zoologiques beaucoup plus prononcées entre les couches nummulitiques des Corbières et de la montagne Noire, telles qu'elles ont été comprises et décrites par M. Leymerie, et celles des environs de Dax et de Bayonne, placées sur le même parallèle, qu'entre ces dernières et la faune tertiaire du nord situées sous des latitudes qui diffèrent de 5 à 7 degrés. On pourrait donc présumer qu'il existait à cette époque, entre le plateau central et les Pyrénées, une banquette sous-marine ou peut-être un itshme étroit qui rendait incomplète ou interceptait même tout à fait la communication directe des eaux de l'ouest avec celle de l'est, *formant ainsi deux golfes profonds*.... M. Al. Rouault a fait connaître un gisement de fossiles nummuliques au Bos d'Arros près de Pau. L'auteur y justifie complétement ce que nous venons de dire sur le *peu de rapport des faunes orientale et occidentale du versant nord des Pyrénées* (*Mém. de la Société géol.*, 2e série, t. III, p. 399). »

« En terminant cette courte réplique, je ferai observer que je n'ai rien

dit dans ma Note qui puisse me faire accuser d'avoir attaqué l'unité des Pyrénées. Je n'ai jamais douté que le chaînon parallèle qui constitue les petites Pyrénées n'ait été soulevé et façonné par la catastrophe même qui a donné à la chaîne entière son relief actuel. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales*. Lettre de M. FÖRSTER à M. Delaunay.

« Dans les *Comptes rendus*, séance du 22 avril dernier (page 1131), vous avez communiqué à l'Académie une Lettre de M. Donati contenant quelques observations faites par les employés des télégraphes italiens à l'occasion de la grande aurore boréale du 4 février dernier. M. Donati discute dans cette Lettre quelques comparaisons des observations italiennes avec les observations faites à la même occasion à Brest et communiquées par M. Tarry dans les *Comptes rendus* de la séance du 12 février dernier, et il ajoute à cette comparaison la remarque qu'on doit désirer des recherches plus étendues et plus détaillées que celles qu'on a faites jusqu'à présent, pour établir sur une base plus sûre les résultats préliminaires tirés par lui-même et par M. Tarry de l'ensemble des observations publiées jusqu'à présent. En comparant sous les mêmes points de vue les observations italiennes et françaises avec les observations des employés des télégraphes allemands, qui m'ont été confiées par la direction centrale des télégraphes allemands, j'ai eu la même impression que M. Donati. Des observations exprimées en minutes, comme toutes celles qui sont publiées jusqu'à présent, ne suffisent pas pour prouver la simultanéité ou pour déterminer les vitesses des propagations des grandes oscillations produites par les courants terrestres durant l'apparition d'une aurore boréale. Cependant je crois que, dans l'état actuel des choses, la publication de quelques résultats des observations faites sur les lignes allemandes pourrait être de quelque intérêt, quoiqu'elles ne jouissent pas d'une précision plus grande que les autres observations déjà publiées dans les *Comptes rendus* de l'Académie.

» La coïncidence bien approchée de plusieurs déviations très-énergiques du galvanomètre, observées au centre de l'Allemagne avec les mêmes phénomènes observés à Brest, contribuera à montrer l'importance de la multiplication et de la subtilisation ultérieures de ce genre d'observations.

» Le commencement des perturbations des lignes télégraphiques a été observé à Berlin vers $2^h\,16^m$ (pour faciliter les comparaisons, j'exprimerai tous les temps en temps moyen de Paris). A Brest la même époque a été

$2^h 32^m$, temps moyen de Paris, à Rome et à Florence $3^h 49^m$, temps moyen de Paris.

» Parmi les observations ultérieures en Allemagne, les plus complètes ont été faites par la station télégraphique de *Halle*. A Halle, on a noté et fixé graphiquement toutes les oscillations de l'aiguille d'après une échelle temporaire donnée pendant quelques intervalles de minute en minute. Tout comme à Brest les déviations de l'aiguille qui appartiennent à un courant négatif traversant les fils télégraphiques ont été les plus fréquentes, pendant que les déviations positives ont été plus rares, mais quelquefois plus énergiques que les déviations négatives.

» D'après la disposition des lignes télégraphiques, dont on a fait usage dans ces observations, le courant négatif dans les fils a eu la direction de l'est à l'ouest. Les lignes du sud au nord ont montré moins de perturbations que les lignes de l'est à l'ouest.

» Je ne comparerai pas les amplitudes des déviations observées à Brest et à Halle, parce que, pour ce but, il faudrait préalablement discuter les conditions spéciales des lignes et des appareils à Brest et à Halle, mais je confronterai les époques des déviations très-prononcées et apparemment de courte durée.

» On a observé à Brest les déviations positives les plus considérables au temps suivants, qui se retrouvent de très-près dans la série des mouvements que l'aiguille a subis dans le sens positif observés à Halle :

| A Brest. | A Halle. |
|---|---|
| $5^h 16^m$ | $5^h 16^m,8$ |
| 5.28 | 5.28,8 |
| 5.32 | 5.31,8 |
| 5.56 | 5.56,0 |
| 6. 0 | 6. 0,8 |

» La petite différence moyenne des époques de Brest et de Halle ne peut donner lieu à des conclusions scientifiques, parce qu'elle semble se tenir dans les limites de la précision des données; mais, de la concordance générale de ces nombres, il résulte assez clairement que, même à grande distance, les phénomènes présentent des relations intimes, qui les font dignes de l'observation la plus précise aussi bien chronographique que dynamique.

» M. Tarry indique encore un mouvement de l'aiguille de $-40$ à $+50$ degrés vers $5^h 34^m$, mais, d'après les indications précédentes, je présume que ce nombre doit être changé en $5^h 32^m$. En effet les observations de

M. Bothe de la station de Halle donnent dans l'intervalle de $5^h 32^m,8$ jusqu'à $5^h 36^m,8$ une déviation négative tout à fait constante.

» L'indication de M. Donati, qu'en Italie, à $6^h 12^m$, terme moyen de Paris, les aiguilles sont devenues stationnaires pendant 3 minutes, est confirmée par Halle, qui donne une grande déviation négative, développée et disparue lentement, et qui a son maximum et son point de retour vers $6^h 15^m$.

» A Halle, il y avait encore un grand maximum de déviation négative à $7^h 46^m$ terme moyen de Paris.

» A Berlin, on croit avoir observé que la reprise des communications télégraphiques commençait à s'effectuer plus tôt avec les stations orientales qu'avec les stations occidentales. »

M. **Goumain-Cornill** écrit pour demander à l'Académie quelques instructions, pour un voyage qu'il se propose de faire dans les États-Unis d'Amérique.

La demande de l'auteur sera transmise à MM. Milne Edwards, Brongniart, de Quatrefages, Daubrée.

M. **Mauduy** adresse une Note relative à quelques faits d'observation, pouvant conduire à une théorie des trombes.

La Note sera soumise à l'examen de MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Belgrand.

M. P. **Guyot** adresse une Note sur la coloration du ciel à Nancy (mars et avril).

La Note sera transmise à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. **Gauthier** adresse, de Molinges (Jura), une Note concernant les dégâts produits par un orage sur une ligne télégraphique.

Cette Note sera transmise à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. S. **Papillon** adresse une Note portant pour titre : « De la force centrifuge libre ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Delaunay.

M. Ch. **Cros** soumet au jugement de l'Académie la première partie d'un

ouvrage manuscrit, intitulé : « Théorie mécanique de la perception, de la pensée et de la réaction ».

Ce travail sera soumis à l'examen de M. Claude Bernard.

« **M. Chasles** présente à l'Académie les livraisons de septembre et d'octobre 1871 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*. Il signale, dans la première, une Notice de M. Genocchi sur la vie et les écrits de Felix Chiò, savant mathématicien de Turin, où il a occupé la chaire de *physique supérieure et mathématique*, illustrée pendant quelque temps par les leçons de notre confrère Cauchy. Au nombre des travaux de Felix Chiò, M. Genocchi cite particulièrement deux Mémoires sur la Série de Lagrange, présentés à notre Académie (1) et insérés, sur les Rapports de Cauchy (2), dans notre *Recueil des Savants étrangers* (t. XII, 1854, p. 340-468). M. Genocchi a joint à sa Notice quelques Notes dont une, inspirée par le titre même de la chaire de physique supérieure et mathématique, de Turin, a pour objet l'importance absolue des études théoriques au plus haut degré. Il cite à ce sujet un passage de Lamé en une de ses leçons à notre Faculté des Sciences, et un passage de l'illustre doyen de notre Section de Chimie. L'actualité de ces considérations qui nous préoccupent tous est telle, que je prie l'Académie de me permettre d'en extraire ici quelques mots : « Ou le mouvement scientifique continuera de » s'accélérer en France, dit Lamé, ou bien l'honneur d'y mettre la dernière » main appartiendra à une autre nation. D'un côté la gloire, de l'autre » la décadence. Tout à espérer ou tout à craindre. » Le passage de M. Chevreul se rapporte à l'état de certaines parties des arts chez les Chinois : « Ni les arts chimiques, dit-il, ni les arts mécaniques ne peuvent atteindre » (en Chine) à la perfection où ils sont parvenus dans l'Europe occidentale » sans l'étude des sciences mathématiques, physiques et chimiques, cultivées au point de vue *de la plus grande abstraction possible*, parce que » cette étude donne seule les moyens d'assujettir les procédés des arts aux » préceptes et aux règles qui en assurent l'exécution, en même temps » qu'elle seule préside à la confection de toute machine, de tout instrument » de précision, sans lesquels les progrès des sciences du monde extérieur

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XIX, 1844; t. XXII et XXIV.

(2) *Comptes rendus*, t. XXIII, 1866, p. 490-493. Note de M. Cauchy, p. 493-501; — t. XXXIV, 1852, p. 304-309. *Notes iointes au Rapport, rédigées par le Rapporteur*, p. 309-319.

» sont impossibles. C'est donc parce que cette étude a manqué à la Chine » que le développement de l'industrie y a été borné aux progrès que » chaque art a dus aux uniques efforts des ouvriers qui l'ont pratiqué (1). »

» M. Boncompagni donne, à la suite de la Notice de M. Genocchi, un Catalogue intéressant des divers et nombreux écrits de Felix Chiò.

» Dans la livraison d'octobre, M. Sédillot revient sur la question d'Aboul-Wefâ, pour réfuter quelques points qui lui ont été opposés dans le *Journal des Savants* d'octobre 1871; il répond aussi à un passage du *Bullettino*, d'août 1870, article de M. Henri Martin, au sujet de Roberval. Enfin, le numéro actuel du *Bullettino* contient une Table fort étendue des matières renfermées dans toutes les publications scientifiques de septembre 1871. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 mai 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*École impériale des Ponts et Chaussées. Collection de dessins distribués aux élèves. Légendes explicatives des planches;* t. I, liv. 1 à 7, 1858 à 1863; t. II, liv. 8 à 13, 1864 à 1869. Paris, 1857 à 1869; 13 liv. grand in-8°, avec portefeuille grand aigle.

*Les minéraux. Guide pratique; par* M. F. DE KOBELL; publié d'après la dixième édition allemande par le Comte L. DE LA TOUR DU PIN. Avant-propos et additions par F. PISANI. Paris, 1872; in-18°, relié.

*Clinique chirurgicale. Mémoires de chirurgie et d'obstétrique; par le prof.* F. RIZZOLI, traduit de l'italien par le Dr R. ANDREINI. Paris, 1872; 1 vol. grand in-8°.

*Les soulèvements des montagnes et leurs effets sur les terrains du département de Lot-et-Garonne; par* M. Eug. DUPEYRON. Agen, 1872; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

---

(1) *Journal des Savants* de 1845, p. 332.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. CHASLES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République française approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Tresca*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Combes*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Tresca prend place parmi ses confrères.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Du fer contenu dans le sang et dans les aliments, par* M. Boussingault.

« Ayant eu cette année, dans mon enseignement du Conservatoire des Arts et Métiers, à traiter de l'alimentation de l'homme et du développement du bétail nourri à l'étable, j'ai été conduit à discuter l'influence de certaines substances qui n'entrent qu'en très-minimes proportions dans les rations alimentaires : du sel marin d'abord, et ensuite du fer, élément essentiel du sang.

» Pelouze a dosé ce métal dans le sang de divers animaux. De 100 grammes, il a retiré : fer exprimé à l'état métallique :

| Sang de l'homme. | Bœuf. | Porc. | Oie. | Dinde. | Poulet. | Canard. | Grenouille. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| gr 0,051 | gr 0,055 | gr 0,059 | gr 0,037 | gr 0,033 | gr 0,037 | gr 0,034 | gr 0,042 |
| 0,054 | 0,048 | 0,051 | 0,033 | 0,034 | | | |

» Le sang était brûlé à une température peu élevée dans un vase en platine. On dosait le fer dans les cendres par l'excellente méthode volumétrique due à M. Marguerite (1). J'ai suivi le même procédé. Les quantités de métal que j'ai rencontrées dans le sang du bœuf et du porc ne diffèrent pas notablement de celles trouvées par Pelouze.

Le sang avait été pris à la sortie de la veine, pesé, desséché, incinéré sous la moufle. Dans 100 grammes, dosé :

| | Sang de bœuf. | Sang de porc. |
|---|---|---|
| Fer exprimé en métal............ | 0gr,0375 | 0gr,0634 |

La cendre du sang de porc présentait la couleur et l'aspect du sesquioxyide ferrique.

» Une fois établi que le fer est une des parties constituantes du sang, il devient évident que les aliments doivent en renfermer, y compris bien entendu les aliments végétaux, puisque ce métal entre dans la composition du sang des herbivores et des granivores.

» De ces faits, il ressort deux conséquences : la première, c'est que s'il était possible de former un régime privé de fer, l'animal que l'on y soumettrait succomberait infailliblement, par la raison que le sang ne pourrait pas être constitué; la seconde conséquence, c'est que le fer paraît être tout aussi indispensable à la vie végétale qu'à la vie animale.

» On sait d'ailleurs que le prince de Salm-Horstmar, dans des expériences remarquables sur le rôle des substances minérales dans la végétation, a communiqué la chlorose à l'avoine, au colza, en les faisant naître dans un sol exempt de fer; chlorose qu'il fit disparaître par l'intervention de l'élément ferrugineux (2). Toutefois, c'est Eusèbe Gris qui, le premier, en 1849, rattacha la chlorose des feuilles à l'absence ou à l'insuffisance des sels de fer. N'oublions pas néanmoins que l'analogie, selon moi assez éloignée, que l'on cherche à établir aujourd'hui entre la matière verte des

(1) Pelouze, *Comptes rendus*, t. LX, p. 880.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXII, p. 461 : « Sans fer, la couleur verte manque plus ou moins à la plante qui ressemble à un végétal venu dans l'obscurité. »

plantes et la matière colorante du sang, est née de cette assertion de M. Verdeil, que le fer existe en forte proportion dans la chlorophylle à l'état où il est dans l'hématosine; par suite, on a introduit, en physiologie végétale, le mot chlorose, emprunté à la pathologie pour exprimer l'étiolement des feuilles.

» Le fer existant dans les aliments, probablement même dans tous les aliments, il restait, en se plaçant à un point de vue pratique, à en fixer la quantité, non-seulement dans les substances servant à la nourriture de l'homme, mais encore dans les fourrages, afin d'être à même d'en apprécier la proportion dans les rations alimentaires. Les données analytiques que déjà j'ai pu rassembler intéresseront, je l'espère, les physiologistes, et aussi les éleveurs, s'il est vrai que la bonne constitution du sang exerce une influence favorable sur la santé, la vigueur, en un mot sur la qualité des animaux et sur celle de leurs produits.

» En ce qui concerne les aliments, les dosages ont été exécutés à l'état où ils sont consommés, c'est-à-dire avec leur eau constitutionnelle. J'ai cru devoir doser le fer dans le vin, dans la bière et dans quelques-unes des eaux distribuées à Paris, que notre confrère M. Belgrand a bien voulu me procurer avec une obligeance dont je ne saurais trop le remercier. J'ai à peine besoin d'ajouter que l'eau, soit comme boisson, soit en intervenant dans la coction des viandes et des légumes, apporte nécessairement un faible contingent du métal objet de ces recherches.

» Voici les résultats des dosages que j'ai pu faire jusqu'à présent:

*Fer exprimé à l'état métallique.*

Dans 100 grammes de matière :

| | gr |
|---|---|
| Sang de bœuf | 0,0375 |
| Sang de porc | 0,0634 |
| Chair musculaire de bœuf | 0,0048 |
| Chair musculaire de veau | 0,0027 |
| Chair de poisson (merlan) | 0,0015 |
| Merlan, poisson entier | 0,0082 |
| Arêtes fraîches de merlan | 0,0100 |
| Arêtes d'aigrefin, séchées à l'air | 0,0372 |
| Morue dessallée (chair) | 0,0042 |
| Lait de vache | 0,0018 |
| OEufs de poule, sans la coque | 0,0057 |
| Colimaçon, sans la coquille | 0,0036 |
| Coquilles de colimaçons | 0,0298 |
| Os de bœuf (frais) | 0,0120 |
| Os de pieds de mouton | 0,0209 |
| Corne de bœuf (sèche) | 0,0083 |
| Cheveux noirs (homme de 40 ans) | 0,0755 |
| Crins de cheval | 0,0507 |
| Plumes de pigeon | 0,0179 |
| Laine de mouton | 0,0402 |
| Peau de lapin, fraîche, épilée | 0,0039 |
| Poils de lapin | 0,0210 |
| Souris (entière) | 0,0110 |
| Urine d'homme (moyenne) | 0,0004 |
| Urine de cheval | 0,0024 |
| Excréments de cheval, humides | 0,0138 |
| Pain blanc de froment | 0,0048 |
| Maïs | 0,0036 |
| Riz | 0,0015 |
| Haricots blancs | 0,0074 |

| | |
|---|---|
| Lentilles | 0,0083 gr |
| Avoine | 0,0131 |
| Pommes de terre | 0,0016 |
| Carottes (racines) | 0,0009 |
| Feuilles de carottes | 0,0066 |
| Pommes | 0,0020 |
| Feuilles d'épinards | 0,0045 |
| Chou, intérieur, étiolé | 0,0009 |
| Chou, feuilles vertes | 0,0039 |
| Champignons de couches | 0,0012 |
| Foin | 0,0078 |
| Paille de froment | 0,0066 |
| Warech, séché à l'air | 0,0548 gr |

*Boissons, dans 1 litre.*

| | |
|---|---|
| Vin rouge du Beaujolais | 0,0109 |
| Vin blanc d'Alsace | 0,0076 |
| Bière | 0,0040 |
| Eau de Seine, Bercy (14 mai), filtrée | 0,00040 |
| Eau de la Marne (10 avril) | 0,00105 |
| Eau de la Dhuis (10 avril) | 0,00104 |
| Eau du puits de Grenelle | 0,00160 |
| Eau du puits de Passy | 0,00280 |
| Eau de la mer, Nice (1) | 0,0070 |

» Établissons maintenant, avec les données précédentes, la quantité de fer contenue dans divers régimes alimentaires :

*Ration du marin français.*

| | | | Fer contenu. |
|---|---|---|---|
| Pain | 750 gr | ou l'équivalent en biscuit | 0,0360 gr |
| Viande | 300 | ou l'équivalent en viande salée | 0,0144 |
| Légumes secs | 120 | haricots, lentilles | 0,0101 |
| Café | 20 | mis en infusion | » |
| Beurre | 15 | et huile d'olive 6gr | » |
| Choux | 20 | | 0,0005 |
| Vin | 460 | | 0,0051 |
| Eau-de-vie | 60 | | » |
| Sel marin | 22 | | » |
| | | Fer dans la ration | 0,0661 |

» Dans la ration du soldat, peu différente de celle du marin :

Fer.................. 0,0780

*Ration d'un ouvrier anglais* (2).

| | | |
|---|---|---|
| Pain | 750 gr | 0,0360 gr |
| Viande | 650 | 0,0312 |
| Pommes de terre | 1000 | 0,0160 |
| Bière | 2lit | 0,0080 |
| | Fer dans la ration | 0,0912 |

» Dans la ration journalière des ouvriers en Irlande, la pomme de terre remplaçant le pain (3) :

(1) Cette eau, prise il y a quelques années, était dans un flacon bouché à l'émeri.

(2) Ouvrier travaillant au chemin de fer de Rouen, d'après M. de Gasparin.

(3) PAYEN, *Substances alimentaires*, p. 507.

| | | | Fer contenu. |
|---|---|---|---|
| Pommes de terre | 6000 gr | | 0,0960 gr |
| Lait | 500 | | 0,0090 |
| Bière | 1 lit | | 0,0040 |
| | | | 0,1090 |

*Ration du forçat soumis au travail.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pain | 917 gr | | 0,0440 gr |
| Légumes secs à l'huile ou au lard | 120 | | 0,0099 |
| Vin | 48 clit | | 0,0052 |
| | | | 0,0591 |

*Ration du cheval de la cavalerie de réserve.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Foin | 5000 gr | | 0,3900 gr |
| Avoine | 3600 | | 0,4716 |
| Paille pour nourriture et litière | 5000 | moitié pour nourriture | 0,1550 |
| | | | 1,0166 |

*Ration du cheval attelé à de lourdes voitures.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Foin | 7000 gr | | 0,5460 gr |
| Avoine | 7750 | | 1,0152 |
| | | | 1,5612 |

| | | | | Fer. |
|---|---|---|---|---|
| Une vache du poids de 600 kilogrammes consommant par jour | Foin | 17,5 kil | reçoit | 1,365 gr |
| Produit, en moyenne | Lait | 7,52 | contenant | 0,135 |
| Au maximum de rendement | | 14,42 | | 0,260 |
| Un veau, pendant l'allaitement, consomme, en moyenne | Lait | 10,3 | contenant | 0,185 |

» Chez un individu ayant atteint son complet développement, le fer compris dans la ration ne fait que traverser l'organisme, en apparence du moins. Je dis en apparence, parce que le métal donné chaque jour avec la nourriture, remplaçant celui qui est éliminé chaque jour par les fonctions vitales, on retrouvera dans les excrétions une quantité de fer égale à celle qui aura été introduite. Le sang brûlé, expulsé par le rein après la combustion respiratoire, entraîne évidemment une partie du fer qui entrait dans sa constitution. La présence du métal dans l'urine de l'homme, dans les déjections du cheval, établit la réalité de cette élimination.

» Pour un animal en voie de croissance, tout le fer ne sera pas éliminé, et il y aura chaque jour du fer fixé dans l'organisme, comme il y a, dans cette condition, fixation d'azote, de phosphates, de phosphore, de soufre, par cela même qu'il y a production de sang, augmentation de chair mus-

culaire, dont le fer est partie intégrale. Ajoutons que les os, les poils, la peau, les plumes chez les oiseaux, retiennent ce métal en notable quantité.

» Il a paru intéressant de rechercher en quelle proportion le fer était réparti dans l'organisme d'un animal.

» *Mouton*. — A l'occasion d'observations sur l'engraissement, on fut obligé de peser les divers organes, le squelette, la peau, la laine, la graisse, la chair, le sang d'un mouton pesant $32^{k},07$ après qu'on eut vidé les intestins (1).

» En appliquant les dosages, on trouve que le fer contenu doit approcher de $3^{gr},38$, soit 0,00011 du poids du mouton.

» *Souris*. — Dans la cendre d'une souris du poids de 27 grammes et brûlée dans la moufle, on a dosé :

Fer, $0^{gr},0030$, les 0,00011 du poids de l'animal.

» *Poisson*. — Un merlan pesant 182 grammes a laissé une cendre très-blanche, dans laquelle on a dosé ;

Fer, $0^{gr},0149$, les 0,000082 du poids du poisson.

» Il n'y aurait donc pas au delà de $\frac{1}{10000}$ de fer. Pour les invertébrés ne renfermant ni os ni arêtes, la fraction serait encore moindre; elle ne dépasse pas 0,00004 dans les mollusques.

» Tout infime que soit la quantité de fer constatée, elle n'en est pas moins indispensable, puisque, sans elle, il n'y aurait pas de sang constitué. Il y a là un nouvel exemple de l'intervention efficace d'infiniment petits dans les phénomènes de la vie.

» C'est au fer que, généralement, on attribue la couleur du sang. L'hématosine, matière colorante des globules, en contiendrait au nombre de ses éléments; mais la présence de ce métal n'expliquerait pas la coloration en rouge de l'hématosine, puisqu'il résulte des expériences de MM. Mulder et van Goudoever qu'elle peut en être dépouillée complétement sans que sa couleur soit modifiée (2). Ensuite, on est amené à n'accorder à la couleur du sang qu'une importance limitée, par cette raison qu'elle manque entièrement dans le sang de presque tous les animaux invertébrés (3). « Si » l'on ouvre le cœur d'un colimaçon ou d'une huître, on y trouve un » liquide dont le rôle physiologique est le même que celui du sang d'un

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 628, 2$^{e}$ édition.

(2) Milne Edwards, *Leçons de Physiologie*, t. I, p. 179.

(3) *Idem*, p. 104.

» animal vertébré; seulement, au lieu d'être rouge il est incolore. C'est » bien du sang au même titre que le fluide nourricier de l'homme ou du » cheval, mais c'est du sang blanc au lieu d'être du sang rouge (1). » Or les observations microscopiques montrent que le sang incolore est à peu près constitué comme le sang coloré des vertébrés. Chez les mollusques, les globules du sang blanc sont circulaires, plus ou moins aplatis (2).

» Il y avait, je crois, lieu de rechercher si ce sang incolore contenait du fer.

» 140 grammes de colimaçons séparés de leurs coquilles ont été desséchés et brûlés dans la moufle.

» Dans les cendres, on a dosé $0^{gr},0050$ de fer. Pour 100 grammes, fer $0^{gr},0036$.

» Ainsi, la chair de colimaçons injectée de sang blanc renfermerait à peu près autant de fer que la chair musculaire du bœuf et du veau injectée de sang rouge.

» Comme conclusion, voici un rapprochement assez curieux entre les animaux et les végétaux : c'est que si le sang blanc des invertébrés contient peut-être autant de fer que le sang rouge, les plantes exemptes de matière colorante verte, telles que les champignons, renferment du fer comme celles qui en sont pourvues. Ce rapprochement serait sans doute plus facile à saisir, si la comparaison portait sur des organismes amenés à un même état de siccité.

» De toutes les substances nutritives consommées par l'homme, le sang est certainement l'aliment le plus riche en fer, et je puis ajouter en fer assimilable, par la raison qu'il a déjà été assimilé. En Europe, le sang de porc est à peu près le seul que l'on accepte comme nourriture; le sang des autres animaux de boucherie a une saveur, une odeur particulière qui font qu'on le repousse. Cependant, dans les steppes de l'Amérique du Sud, on le mange après l'avoir coagulé et assaisonné avec des condiments très-sapides. C'est un usage fort ancien. Lors de la conquête, les Espagnols constatèrent avec étonnement que les Indiens de *Cibola* (Nouvelle-Espagne) recueillaient avec soin, pour s'en nourrir, le sang des bisons qu'ils tuaient dans leurs chasses (3). »

---

(1) MILNE EDWARDS, *Leçons de Physiologie*, p. 91.

(2) *Idem*, p. 96.

(3) LOPEZ DE GOMARA, *Historia general de las Indias*, année 1552.

MÉTÉOROLOGIE. - - *Sur la Culture de la vigne dans les terrains argileux*
Note de M. BECQUEREL.

« On déterminait jadis la température de l'air au moyen d'observations faites avec un thermomètre ordinaire placé au nord à $1^m,33$ au-dessus du sol; mais on sait aujourd'hui, d'après les observations recueillies à Montpellier et à Genève et surtout d'après celles faites au Jardin des Plantes avec le thermomètre électrique qui est aussi établi aujourd'hui à l'Observatoire de Paris, qu'il faut se placer à 20 ou 25 mètres au-dessus du sol, pour être à l'abri de ses radiations et de celles de tous les corps qui se trouvent à sa surface. Il résulte de là que les sols calcaires ou siliceux s'échauffant davantage et se refroidissant plus lentement que les sols argileux et humides, la température de l'air au-dessus des premiers diminue en s'élevant jusqu'à la limite, tandis qu'elle va en augmentant au-dessus des seconds. Les arbustes comme la vigne, qui craignent la gelée et demandent de la chaleur, doivent être cultivés dans les premiers sols. Si donc on veut cultiver de la vigne dans les terrains argileux et humides et même dans certaines localités un peu au nord, il faut faire courir les ceps sur de longues perches ou sur des arbres, comme dans le Milanais, pour les mettre à l'abri le plus possible de l'action refroidissante du sol.

» J'ai fait l'essai de cette prescription depuis un certain nombre d'années déjà dans un terrain très-argileux humide et boisé situé commune du Charme (Loiret), dans lequel on ne cultivait pas la vigne. On y récolte maintenant une très-petite quantité de vin, quoique n'étant pas de première qualité. Cette année a été désastreuse pour les ceps de vigne dans l'arrondissement de Montargis et les localités environnantes où la température en décembre s'est abaissée à 27° au-dessous de zéro; cet abaissement exceptionnel de température a gelé un grand nombre d'arbres, et notamment des treilles très-anciennes, qu'on a dû couper à ras de terre. Dans un terrain de la commune du Charme, où l'on avait planté de la vigne cultivée comme on vient de le dire, les pousses de l'année dernière ont seules gelé; le vent, quelque temps avant la gelée, ayant renversé des perches qui servaient de tuteurs à la vigne, puis la neige ayant recouvert le tout, les ceps ont été conservés et sont aujourd'hui couverts de fruits. Le fait suivant, qui est important, vient à l'appui de ce qui précède : dans la même commune du Charme, les taillis de l'année dernière dont les tiges étaient près du sol, ont été gelés par le froid exceptionnel de décembre, tandis que dans les taillis plus anciens les tiges étant plus éloignées du sol

ont été préservées. Ne pourrait-on pas en tirer la conséquence qu'il serait possible de cultiver la vigne sur une petite échelle, à la vérité, plus au nord qu'on ne le fait aujourd'hui, en abattant les ceps au commencement de l'hiver et les recouvrant de terre comme on le fait pour la culture du figuier dans les environs de Paris? On aurait alors la chance d'obtenir un certain degré de maturité pour le raisin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un aldéhyde-alcool.* Note de **M. Ad. Wurtz.**

« Je me propose de faire connaître dans cette Note un corps qui me paraît appartenir à un nouveau type en Chimie organique, du moins parmi les corps dont la constitution est parfaitement connue. C'est un dérivé de l'aldéhyde, qui joue à la fois le rôle d'aldéhyde et le rôle d'alcool. Le nouveau corps est un polymère de l'aldéhyde ordinaire $C^2H^4O$, et sa composition est représentée par la formule $C^4H^8O^2$. Voici dans quelles circonstances il prend naissance :

» Lorsqu'on abandonne à lui-même un mélange d'aldéhyde pure, d'eau et d'acide chlorhydrique, la liqueur, d'abord incolore, prend, au bout de quelques jours, une teinte fauve d'autant plus foncée que la proportion d'acide chlorhydrique est plus considérable. Il convient de prendre, pour 1 partie d'aldéhyde, 1 partie d'eau au moins et 2 parties d'acide chlorhydrique à 21 degrés Baumé.

» On mélange d'abord l'aldéhyde avec l'eau refroidie à zéro; on place le liquide dans un mélange réfrigérant, et l'on y ajoute peu à peu l'acide chlorhydrique refroidi lui-même à —10 degrés. Quand la température est maintenue très-basse, le liquide ne se colore pas, et se prend quelquefois en une masse de cristaux de paraldéhyde (1). Il se liquéfie de nouveau au-dessus de zéro, et se colore peu à peu lorsqu'il est abandonné à lui-même. Dès qu'il a pris une teinte fauve et que l'odeur de l'aldéhyde et de la paraldéhyde se font sentir plus faiblement, on neutralise le liquide en y ajoutant des cristaux de carbonate de soude, et on l'agite ensuite à plusieurs reprises avec de l'éther. La solution éthérée, distillée au bain-marie, laisse un liquide transparent, légèrement coloré, qui devient sirupeux par le refroidissement. Lorsqu'on distille ce produit dans le vide, il abandonne d'abord de l'éther, puis de l'eau, puis il passe, entre 90 et 105 degrés, sous

(1) On a constaté qu'un mélange de paraldéhyde et d'acide chlorhydrique fournit le nouveau polymère de l'aldéhyde, dans les mêmes conditions que l'aldéhyde elle-même.

une pression de 2 centimètres de mercure, un liquide parfaitement incolore, qui demeure fluide aussi longtemps qu'il est chaud, mais qui, après le refroidissement, prend la consistance et la parfaite transparence du sirop de sucre le plus épais. Ce corps est l'aldéhyde-alcool, qui fait l'objet de cette Note, et que je nommerai par abréviation *aldol*.

» Ce corps est tellement visqueux à zéro, qu'on peut retourner le tube qui le renferme sans qu'il s'écoule. Lorsqu'on le chauffe doucement, il devient fluide comme de l'eau, et ce n'est que quelques heures après le refroidissement qu'il reprend entièrement sa consistance visqueuse. Sa densité à zéro est égale à 1,1208; à 16 degrés, elle est égale à 1,1094; à 49°,6, elle est égale à 1,0819.

» Il est fortement réfringent. Son indice de réfraction pour le rayon jaune est $n_j = 1,458$; pour le rayon rouge, il est $n_r = 1,455$. Sa saveur est forte, à la fois aromatique et amère. Il se mêle en toutes proportions à l'eau et à l'alcool. Il se dissout aussi dans l'éther. Lorsqu'il est pur, il donne avec l'eau une solution limpide.

» Il supporte sans altération sensible une température de 100 degrés. Sous une pression de 2 centimètres, il passe à la distillation vers 90 degrés; mais lorsqu'on le chauffe au delà de 100 degrés, à la pression ordinaire, il se décompose, à partir de 135 degrés, en aldéhyde crotonique et en eau. A 150 degrés, il ne reste dans le vase qu'une petite quantité d'un liquide visqueux à peine coloré. Lorsqu'on chauffe brusquement, la décomposition commencée continue d'elle-même pendant quelques instants, sans le secours de la chaleur, avec de petits pétillements.

» L'aldéhyde crotonique ainsi obtenue présente l'odeur caractéristique, le point d'ébullition de 103 degrés et la composition du produit obtenu par M. Kekulé par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde à chaud. Il est probable que, dans cette réaction, la formation de l'aldéhyde crotonique est précédée de celle du corps visqueux, qui se déshydrate à la température de l'ébullition de l'acide chlorhydrique.

$$\underbrace{C^4H^8O^2}_{\text{Aldol.}} = \underbrace{C^4H^6O}_{\text{Aldéhyde crotonique.}} + H^2O.$$

» L'aldol réduit énergiquement le nitrate d'argent ammoniacal, en formant un beau miroir. Il réduit de même la liqueur cupropotassique, avec formation d'un précipité rougeâtre qui est de l'oxyde cuivreux enveloppé d'une matière résineuse. On élimine facilement celle-ci par des lavages à l'alcool et à l'éther.

» Lorsqu'on le chauffe avec de l'acide acétique cristallisable, l'aldol se dédouble en aldéhyde crotonique et en eau.

» Chauffé pendant plusieurs jours au bain-marie avec trois fois son poids d'acide acétique anhydre, il s'y combine. Le produit traité par l'eau froide laisse précipiter un corps oléagineux dont le poids a été, dans une expérience, sensiblement double de celui de l'aldol employé. Distillé immédiatement dans le vide, ce produit a abandonné d'abord une certaine quantité d'acide acétique anhydre, puis s'est séparé en deux acétates, l'un bouillant de 100 à 110 degrés sous la pression de 2 centimètres, l'autre bouillant de 150 à 160 degrés. A 160 degrés, il n'est resté qu'une très-petite quantité d'un produit épais.

» L'acétate qui avait passé dans le vide de 100 à 110 degrés est un liquide incolore, sensiblement neutre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et dont la composition répond à la formule $C^4H^7O(C^2H^3O^2)$. Chauffé avec l'eau à 100 degrés, il se dissout, en se dédoublant, avec formation d'acide acétique. Chauffé avec l'eau de baryte à 100 degrés, il donne de l'acétate de baryte, en même temps que des flocons jaunes de nature résineuse se séparent du liquide. C'est probablement de la résine d'aldéhyde qui se forme dans cette circonstance par l'action de l'excès d'alcali.

» L'acétate qui passe dans le vide de 150 à 160 degrés a donné à l'analyse des nombres qui répondent sensiblement à la formule $C^4H^6(C^2H^3O^2)^2$. Celle-ci représente le diacétate d'aldéhyde crotonique. Ce corps peut prendre naissance par fixation des éléments de l'acide acétique anhydre sur l'aldéhyde crotonique, produit par la déshydratation de l'aldol. Il pourrait aussi dériver d'un triacétate d'aldol, lequel, par l'action d'une température élevée, se dédoublerait en acide acétique et diacétate d'aldéhyde crotonique

$$\underbrace{C^4H^7(C^2H^3O^2)^3}_{\text{Triacétate d'aldol.}} = C^2H^4O^2 + \underbrace{C^4H^6(C^2H^3O^2)^2}_{\text{Diacétate d'aldéhyde crotonique.}}.$$

» On a cru remarquer, en effet, que les produits les moins volatils résultant de l'action de l'acide acétique anhydre sur l'aldol subissent à chaque distillation une décomposition partielle, en perdant de l'acide acétique.

» Quoi qu'il en soit, l'acétate dont il s'agit est un liquide épais, jaunâtre, tachant le papier comme une huile fixe, mais d'une manière passagère, insoluble dans l'eau, et cédant de l'acide acétique à ce liquide lorsqu'on le chauffe avec lui. Saponifié par la baryte, il se dédouble en

donnant le corps résineux jaune dont il a été question plus haut, et sensiblement deux molécules d'acide acétique pour une molécule d'acétate huileux.

» L'acide nitrique attaque l'aldol avec une énergie extrême. Lorsqu'on a modéré la réaction par l'addition d'une certaine quantité d'eau, on peut constater, au nombre des produits volatils entraînés par les gaz qui se dégagent, une petite quantité d'aldéhyde ordinaire. L'addition d'une trop grande quantité d'eau, en présence d'une proportion insuffisante d'acide nitrique, détermine la formation d'une certaine quantité d'aldéhyde crotonique ; en même temps, on voit la liqueur brunir. Au reste, l'oxydation de l'aldol par l'acide nitrique donne naissance à plusieurs acides. Indépendamment de l'acide oxalique dont la production a été mise hors de doute, on a obtenu d'autres acides qui seront décrits dans un travail ultérieur.

» Soumis à l'action de l'amalgame de sodium, la solution d'aldol jaunit facilement et laisse déposer bientôt des produits résineux. En employant des liqueurs étendues que l'on refroidit à l'aide d'un mélange de glace et de sel et en ayant soin de neutraliser de temps en temps la liqueur avec l'acide chlorhydrique, on arrive à éviter, dans une certaine mesure, la formation des produits résineux. La liqueur aqueuse renferme alors en dissolution des produits que l'éther lui enlève et qui restent après l'évaporation de l'éther sous forme d'un liquide épais. Celui-ci peut être distillé presque entièrement, mais son point d'ébullition est compris entre des limites étendues. Il s'élève peu à peu de 190 à 300 degrés et au delà.

» Au contact de l'acide iodhydrique concentré, l'aldol s'échauffe et laisse déposer des flocons qui se réunissent bientôt en un liquide très-épais. Celui-ci est très-altérable, et brunit du jour au lendemain. On ne l'a pas analysé.

» Le perchlorure de phosphore réagit très-énergiquement sur l'aldol avec formation d'oxychlorure. Si l'on a soin de modérer la réaction, au commencement, en refroidissant, et de la compléter, à la fin, par une douce chaleur, le produit est un liquide incolore, mélange d'oxychlorure et d'un corps chloré, dont la composition est probablement représentée par la formule $C^4H^7Cl^3$. On a obtenu ce dernier en décomposant l'oxychlorure par des morceaux de glace. Il est resté un liquide incolore épais qu'il a été impossible de purifier. En effet, il se décompose lorsqu'on essaye de le distiller, même à une basse pression. Il se colore d'abord en bleu, brunit ensuite et finit par se charbonner. Il se décompose de même, lorsqu'on le distille avec de l'eau.

» Les réactions que l'on vient de décrire ne laissent aucun doute sur le double caractère d'aldéhyde et d'alcool du nouveau corps. Celui-ci renferme donc un groupe aldéhydique CHO et un oxhydryle alcoolique. Si l'on considère son mode de formation et ses réactions et surtout la facilité avec laquelle il se dédouble en aldéhyde crotonique et en eau, on est autorisé à lui attribuer la constitution qui serait exprimée par la formule suivante :

$$CH^3 - CH(OH) - CH^2 - CHO.$$

Pour qu'il se forme, il faut que deux molécules d'aldéhyde réagissent l'une sur l'autre. Sous l'influence déshydratante de l'acide chlorhydrique, l'atome d'oxygène et un atome d'hydrogène du groupe CHO forment de l'oxhydryle

$$CH^3\text{-}CHO \quad \text{devient} \quad CH^3\text{-}C(OH)'.$$

» Mais l'atome de carbone de ce groupe perdant ainsi 2 atomicités, tend à se saturer de nouveau. Il arrache donc à une seconde molécule d'aldéhyde 1 atome d'hydrogène et se soude en outre à un des atomes de carbone de cette molécule,

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3\text{-}C[HO] \\ \quad C[H]H^2\text{-}CHO \end{matrix}}_{\text{2 molécules d'aldéhyde}} \underset{\text{deviennent}}{=} \underbrace{CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO.}_{\text{1 molécule d'aldol.}}$$

» Le corps complexe qui se forme ainsi, par une véritable synthèse, est donc aldéhyde au bout et alcool secondaire au milieu. Si telle est la constitution de l'aldol, le monoacétate qui a été décrit plus haut aurait la constitution suivante :

$$\underbrace{CH^3\text{-}CH(OC^2H^3O)\text{-}CH^2\text{-}CHO.}_{\text{Aldol monoacétique.}}$$

» Ajoutons que la formule proposée pour l'aldol expliquerait de la manière la plus simple son dédoublement en eau et en aldéhyde crotonique,

$$\underbrace{CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO}_{\text{Aldol.}} = \underbrace{CH^3\text{-}CH = CH\text{-}CHO}_{\text{Aldéhyde crotonique.}} + H^2O.$$

» Ce corps n'est pas le seul produit de la condensation de l'aldéhyde sous l'influence de l'acide chlorhydrique. Lorsqu'on prolonge assez l'action de cet acide pour que la liqueur prenne une teinte brune et un aspect opalin, et qu'après l'avoir neutralisée et épuisée par l'éther on abandonne pendant quelques jours la liqueur sirupeuse qui reste après l'évaporation de l'éther

au bain-marie, on voit des paillettes nacrées s'y former et augmenter peu à peu de manière à former une épaisse bouillie. On jette cette bouillie sur un filtre bien conique et l'on favorise l'écoulement de l'eau mère épaisse par l'action de la trompe ou de la machine pneumatique. Il reste sur le filtre une masse blanche molle que l'on comprime fortement à l'aide d'une bonne presse et que l'on soumet ensuite à la distillation dans le vide. Presque tout passe à 137 degrés sous une pression de 2 centimètres. Le produit distillé est incolore, très-épais, et présente à un très-haut degré le phénomène de la surfusion. Il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, peu soluble dans l'eau, qui le dissout néanmoins à l'ébullition. Cette solution laisse déposer par le refroidissement des cristaux. Ceux-ci ne fondent qu'à 155 degrés.

» Ce corps est l'anhydride de l'aldol. Sa composition est représentée exactement par la formule $C^8H^{14}O^3 = (C^4H^7O)^2O$. Il prend naissance par l'union de deux molécules d'aldol, avec élimination d'une molécule d'eau. Son mode de formation et sa constitution sont probablement exprimés par l'équation suivante :

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3\text{-}CH.[OH]\text{-}CH^2\text{-}CHO \\ CH^3\text{-}CH.O[H]\text{-}CH^2\text{-}CHO \end{matrix}}_{\text{2 molécules d'aldol.}} = \underbrace{\begin{matrix} CH^3\text{-}CH\text{-}CH^2\text{-}CHO \\ | \\ O \\ | \\ CH^3\text{-}CH\text{-}CH^2\text{-}CHO \end{matrix}}_{\text{1 molécule du nouveau corps.}} + H^2O.$$

» S'il en est ainsi (car je donne cette formule sous toutes réserves), le nouveau corps renferme deux groupes $C^4H^7O$ unis par un atome d'oxygène, comme l'éther renferme deux groupes $C^2H^5$ unis par un atome d'oxygène. Il serait à l'aldol ce que l'éther est à l'alcool. Il renferme deux groupes aldéhydiques CHO. Aussi est-il doué de propriétés réductrices très-marquées. Avec le nitrate d'argent ammoniacal, il donne de beaux miroirs. Il réduit énergiquement la liqueur de Fehling.

» Par son aptitude à former des combinaisons avec les acides, aussi bien que par ses propriétés réductrices, l'aldol se rapproche des sucres. Comme l'aldol, le glucose, qui jouit de propriétés réductrices si énergiques, est à la fois aldéhyde et alcool. Dans la formation du glucose et des composés analogues par les procédés de la nature, les aldéhydes jouent probablement un rôle important, en raison de la tendance que montre le groupe aldéhydique CHO à former de l'oxhydryle, et par suite à fixer l'hydrogène et le carbone d'une autre molécule. J'appelle l'attention sur ce nouveau mode de synthèse organique. On conçoit d'ailleurs que la plus simple des

aldéhydes, l'aldéhyde formique H.CHO, puisse prendre naissance, dans les procédés de la végétation, par la réduction partielle d'une molécule d'eau et d'une molécule d'acide carbonique

$$CO^2 + H^2O - O^2 = CH^2O,$$

et que la condensation de plusieurs molécules d'aldéhyde formique puisse donner naissance à des hydrates de charbon, à la fois alcools et aldéhydes, au même titre et par le même procédé que la condensation de deux molécules d'aldéhyde ordinaire, produit de l'aldol.

» En tout cas, si, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, 2 molécules d'aldéhyde formique venaient à se condenser, il se formerait le corps $CH^2.OH\text{-}CHO$, la première aldéhyde du glycol, isomérique avec le glucose. J'ai commencé quelques expériences sur ce sujet, et je me réserve de les poursuivre dans la même direction.

» J'ajoute, en terminant, que la benzoïne se forme par la condensation de deux molécules d'aldéhyde benzoïque, comme l'aldol prend naissance par la condensation de deux molécules d'aldéhyde acétique. Si les deux réactions étaient parfaitement semblables, la constitution de la benzoïne, à la fois aldéhyde et alcool, serait exprimée par la formule suivante :

$$C^6H^5\text{-}CH.OH\text{-}C^6H^4\text{-}CHO.$$

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Mammifères dont les ossements accompagnent les dépôts de chaux phosphatée des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot.* Note de **M. P. Gervais.**

« Depuis la publication de son Mémoire sur les gisements de chaux phosphatée des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot (1), M. Daubrée a reçu de nouveaux ossements de Mammifères de Cos, près Caylux, dans le premier de ces départements, et il a bien voulu me les communiquer. Ces fossiles ont été, pour la plupart, recueillis par M. Ernest Jaille. L'étude que j'en ai faite montre qu'il existe dans cette localité un abondant gisement de fossiles appartenant à des espèces éteintes, dont plusieurs sont identiques avec celles que l'on rencontre dans les gypses parisiens.

» Un des genres les plus caractéristiques de la faune du gypse que l'on retrouve au Caylux, est celui des *Anoplotheriums*, représenté dans le Lot-et-Garonne par l'*Anoplotherium commune* de Cuvier, ainsi que par une se-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1033 (30 octobre 1871).

conde race ou espèce répondant par la taille à l'*A. secundarium* du même auteur. Les restes des Anoplothériums paraissent fréquents dans le gisement dont nous parlons; on en rencontre aussi à Concots (Lot), d'où M. Bleischer en a envoyé quelques pièces au cabinet de géologie de la Sorbonne.

» Le genre *Dichobune* paraît indiqué, à Caylux, par un humérus en tout semblable à celui du *Dichobune parisiensis*, qui est également de Montmartre.

» Un autre genre, dont il y a des fossiles dans le Tarn-et-Garonne, est celui des *Entélodons*, sorte de Porcins très-voisins des Chéropotames, mais de plus grande taille, qu'on ne connaissait encore qu'au Puy-en-Velay, dans les marnes lacustres de Ronzon, et, auprès d'Agen, dans un dépôt d'origine également lacustre, que M. Tournouër attribue au même horizon que les calcaires à astéries.

» Un quatrième genre, appartenant à la même série, est celui des *Cainothériums*, petits Bisulques herbivores, ayant les allures des Chevrotains, qu'on a d'abord considérés comme limités à l'étage miocène, mais qui vivaient déjà à l'époque des Anoplothériums et qui ont également des représentants dans la population enfouie à Ronzon, ainsi que dans celles de la Débruge, près Apt, et du canton de Vaud. On regarde ces Cainothériums proïcènes comme différant de ceux du miocène, opinion qui paraît confirmée par les pièces recueillies à Caylux. Ces animaux n'ont pas encore été cités dans les plâtrières (1).

» Un cinquième genre est de la division des Ruminants, comme le prou-

---

(1) Les animaux du gypse qui se rapprochent le plus des Cainothériums sont deux petites espèces de Bisulques décrites par Cuvier comme étant de la série des Anoplothériums, sous le nom d'*Anoplotherium murinum* et d'*A. obliquum*, et dont on a fait un genre à part sous le nom d'*Amphimœryx*. La pièce donnée par Cuvier, sous le n° 6 de la pl. 8, dans le t. III de son ouvrage sur les Ossements fossiles, est celle qu'on pourrait être tenté d'attribuer de préférence à un Cainothérium; mais elle ne porte plus que les trois dernières molaires inférieures, et, en avant d'elles, la troisième molaire de lait, prête à être chassée par la dernière avant-molaire de remplacement, qui se voit dans l'intérieur de l'alvéole. De Blainville a regardé cette pièce comme provenant d'un Chevrotain, et il faut bien reconnaître que, dans les conditions où elle se présente, elle ne permet ni d'infirmer l'opinion de ce savant naturaliste, ni de rejeter celle que nous venons d'indiquer, puisque l'on pourrait également soutenir l'une et l'autre thèse au moyen d'un semblable fragment appartenant à un Cainothérium, le reste de la dentition et le squelette de ce dernier étant supposés inconnus. D'ailleurs la seconde pièce attribuée par Cuvier à l'*Anoplotherium murinum* (*Oss. foss.*, t. III, pl. 56, fig. 8) semble bien être d'un ruminant du groupe des Chevrotains, et il en est sans doute de même pour celle de la fig. 5 de la pl. 42, qui reste encore le seul débris connu de l'*Anopl. obliquum*.

vent trois arrière-molaires inférieures rappelant celles de l'*Amphitragulus communis* (genre *Gelocus*, Aymard) et aussi celles du *Cainothérium Mulleri* de M. Rubimeyer, et surtout un fragment de canine postérieure comparable à celui des *Amphitragulus* miocènes ou Dorcathériums.

» Aux Anoplothériums de Caylux sont associés d'autres ongulés, rentrant dans l'ordre des Jumentés; ce sont des *Paléothériums* de plusieurs espèces, et, ce qui n'a pas été signalé, du moins dans le bassin de Paris, un *Rhinocéros*, sans doute de la division des Acérothériums. C'est là un fait intéressant qui vient à l'appui de ceux qu'on a invoqués pour démontrer la coexistence des Rhinocéros avec les Paléothériums, et qui, si l'on avait affaire à des couches régulières plutôt qu'à des brèches, prouverait que le premier de ces genres est bien sûrement antérieur au miocène; c'est ce que semble d'ailleurs indiquer sa présence dans le conglomérat de Gaillac (Tarn) qui renferme non-seulement des Paléothériums, mais aussi des Lophiodons (1). Dès 1844, M. Bravard (2) avait inscrit les Rhinocéros (*Rhinoceros Brivatensis*, Brav.) et les Paléothériums comme associés les uns aux autres dans le dépôt de Bournoncle Saint-Pierre (Haute-Loire).

» Plusieurs observateurs ont reconnu, d'autre part, que les ossements des Paléothériums ne disparaissent pas avec le dépôt gypseux, puisqu'il s'en trouve des débris, non-seulement à Rouzon, mais aussi dans le bassin de la Garonne, aux environs d'Agen, et même dans les sables de Fontainebleau. Dans ces différents gisements ils sont associés tantôt aux Rhinocéros, tantôt aux grands Antracothériums (3).

» Certains fragments osseux provenant des amas phosphatés de Caylux et de Concots sont certainement de Carnivores. Il y a parmi eux des débris d'*Hyenodons*, genre primitivement découvert dans la Limagne et au Puy, mais qui a également vécu avec les Paléothériums et Anoplothériums parisiens, soit sur le sol même de Paris, soit dans les localités où les restes fossiles de ces animaux ont été rencontrés depuis la publication des recherches de Cuvier; à Apt, par exemple, M. Rudler m'a communiqué le maxillaire inférieur d'un animal de ce genre dont les caractères ne laissent subsister aucun doute, et il a également soumis à mon examen deux autres pièces qui méritent d'être signalées. La première est une portion de dent canine

---

(1) *Comptes rendus*, 21 janvier 1867.

(2) *Considér. sur la distr. des Mammif. foss. dans le département du Puy-de-Dôme*, p. 3.

(3) *Voir* les Notes publiées à cet égard par MM. Lartet, Tournouër et Munier-Chalmas, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*.

supérieure très-comprimée qu'on ne peut comparer qu'à celles des *Machairodus*, genre de Félis, chez lequel les dents de cette sorte sont longues et cultriformes; la seconde est une branche, malheureusement incomplète, du maxillaire inférieur d'un Canidé qui atteignait la taille d'un fort Loup. L'état de la partie postérieure de ce maxillaire ne permet pas de dire s'il portait deux arrière-molaires tuberculeuses, comme c'est le cas pour les Loups et autres Canidés du même genre, ou seulement une, comme on le voit dans le Cuon. Les dents présentent d'ailleurs sur leur collet, au côté extérieur, une petite carène saillante qui n'existe pas chez les animaux. Cette espèce me paraissant nouvelle pour la Science, je propose de la nommer *Canis? palæolycos*.

» D'autres fragments fossiles, provenant aussi d'animaux carnivores, indiquent des espèces qui atteignaient des dimensions moindres que celles des précédentes et dont on reconnaîtra au moins deux genres distincts. L'une de ces espèces, dont la Sorbonne a reçu de Concots, par l'intermédiaire de M. Bleicher, une portion de maxillaire inférieur, rappellerait les Mustéliens de taille moyenne ainsi que les Genettes ; mais elle avait la molaire tuberculeuse plus longue, plus élargie et pourvue, sur son tiers inférieur, d'une sorte de crête transversale. A certains égards, la pièce que je décris est plutôt comparable aux Basseris du Mexique et aux Ichneumies d'Afrique et elle remplace en même temps les Ictithériums. Cependant les tubercules de la molaire postérieure ne sont pas aussi distincts que dans les deux derniers de ces genres et l'on pourrait aussi lui trouver de l'analogie avec la dernière dent du Tylodon, quoiqu'elle n'indique pas non plus un animal de ce genre. Le maxillaire trouvé a Concots, dont je parle ici, n'est pas non plus de Cynodon, puisqu'il n'a qu'une arrière-molaire, au lieu de deux, et je pense que l'animal qui l'a fournie pourra bien former une petite coupe générique nouvelle, lorsqu'il sera mieux connu. Ses molaires inférieures étaient au nombre de six. Je l'appellerai provisoirement *Viverra? ambigua*.

» Enfin, il y a des débris de rongeurs dans les amas phosphatés de Caylux, et ils paraissent provenir d'animaux voisins des Théridomys (1). La présence des Lagomys aux mêmes lieux ne paraît pas se confirmer, et ce genre doit être, au moins provisoirement, rayé de la liste que nous donnons.

---

(1) La tortue du gisement de Caylux est une espèce de grande taille, comparable à celle de Bournoncle Saint-Pierre (*Testudo gigas*, Brav., *loco cit.*, p. 13. P. Gerv., *Zool. et Pal. franç.*, p. 136, pl. LIV).

Mais il convient de faire observer que des fossiles appartenant à d'autres étages de la période tertiaire pourront être reconnus dans des dépôts analogues, par leurs caractères pétrographiques, à ceux qu'a étudiés M. Daubrée, et situés à peu de distance. Je trouve, en effet, parmi les pièces adressées à mon savant collègue, une dent molaire supérieure du *Chalicothérium* (1), genre de grands Porcins voisins des *Anthracothériums*, que l'on connaît dans le miocène d'Eppelsheim et de Sansan, et qui a été également rencontré dans la sidérolithique de la Grive, près Bourgoin.

» M. Hébert a reçu de Concots un fossile non moins concluant et qui indique une date généalogique peut-être moins ancienne encore. C'est la moitié d'un maxillaire inférieur gauche portant les quatre dernières molaires en place, lesquelles occupent ensemble une longueur de 0,140. Ce maxillaire est certainement d'un Bovidé, soit d'un bœuf, soit d'une de ces grandes antilopes à dents molaires pourvues de colonettes comme celles des bœufs proprement dits, que j'ai décrites à Alcoy, en Espagne (2), et à Montpellier (3), dans le miocène supérieur, sous le nom d'*Antilope? boodon*. Il n'y a dans les terrains tertiaires inférieurs aucun ruminant analogue, et l'on sait que, du moins dans l'état actuel de la science, les Cervidés ne s'observent pas non plus antérieurement au miocène.

» Les dépôts de chaux phosphatée du Tarn-et-Garonne et du Lot présentent dans leur mode de conservation, aussi bien que dans la manière dont ils sont déposés, une incontestable analogie avec ceux des dépôts sidérolithiques, et il est probable qu'ils se rattachent, comme ces derniers, à plusieurs formations (4). La plus ancienne que nous y connaissions encore, s'y trouve représentée par un certain nombre des espèces qui composent la faune des gypses, tandis que d'autres espèces, enfouies dans les mêmes dépôts, appartiendraient au miocène ou à des dépôts plus récents. Jusqu'à présent ces dernières sont les moins nombreuses. »

---

(1) *Anisodon*, Lartet.

(2) Dans l'ouvrage de MM. de Verneuil et Collomb intitulé : *Coup d'œil sur la constitution géologique de plusieurs parties de l'Espagne*, p. 76, pl. V, 1853.

(3) *Zool. et Pal. gén.*, p. 151, pl. XXX, fig. 5 et 6.

(4) *Voir* pour les dépôts sidérolithiques les travaux de MM. H. de Meyer, Jourdan, Rutimeyer, Pictet et Humbert.

GÉOLOGIE. — *Note relative à la Communication précédente de* M. Gervais; *par* **M. Daubrée.**

« Les déterminations paléontologiques de M. Paul Gervais confirment bien le rapprochement que j'avais établi entre les principaux dépôts de minerai pisolithique de la France et ceux de phosphorite des environs de Caylux, en me fondant sur des analogies remarquables que les gîtes de ces deux catégories présentent tant dans leur constitution minéralogique que dans leur disposition générale (1).

» A l'appui de la dernière remarque de M. Gervais, je rappellerai aussi une observation que j'ai faite antérieurement. Des cailloux quartzeux sont dispersés et accumulés çà et là sur les plateaux calcaires, dans lesquels sont encaissés les amas de phosphorite, et pénètrent dans l'intérieur de ces derniers, au moins jusqu'à une certaine profondeur; de là des poudingues grossiers, à ciment de phosphate, qui sont particulièrement développés à Prajous. L'arrivée de ces cailloux annonce, en même temps qu'un changement général de régime, une période postérieure à celle pendant laquelle des sources minérales déposaient la chaux phosphatée dans les crevasses ou cavités où on l'exploite aujourd'hui. Il est donc facile de comprendre que l'on puisse aussi trouver, dans ces amas phosphatés, des ossements plus récents que ceux qui y prédominent et qui appartiennent à l'étage du gypse de Montmartre.

» J'ajouterai qu'au milieu des galets quartzeux, on a rencontré des galets qui leur ressemblent, complétement arrondis comme eux, mais qui en diffèrent par leur nature; ces derniers consistent en phosphate de chaux impur. Leur présence prouve donc que les amas sous-jacents, après leur consolidation complète, ont été remaniés par un phénomène mécanique. C'est un argument encore plus concluant que le premier, montrant qu'il y a lieu de distinguer au moins deux périodes dans la formation de ces dépôts.

» Dans ceux des cailloux de cette même espèce que j'ai eu l'occasion d'examiner, le phosphate de chaux est mélangé à du carbonate de chaux, et forme avec lui une masse très-compacte, que la cohésion a préservée d'une trituration complète, ainsi qu'il a dû arriver aux variétés les plus ordinaires de phosphorite qui ont été soumises aux mêmes conditions. Comme ces cailloux phosphatés ont été jusqu'à présent méconnus et rejetés, il importe que les explorateurs deviennent attentifs à cette nouvelle manière d'être de la

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1033 (30 octobre 1871).

chaux phosphatée, substance qui se revêt d'aspects si différents, qu'elle mérite chaque jour mieux le nom d'*apatite* qui lui a été donné autrefois, parce qu'on s'était trompé sur sa nature. Si les galets dont il s'agit sont trop pauvres pour être utilisés, comme le phosphate non remanié, ils pourraient, au moins, à raison de leur situation à la surface du sol, servir à déceler les gîtes, auxquels ils sont associés ou superposés. »

GÉOLOGIE. — *Note relative à la dernière éruption du Vésuve; par* **M. de Verneuil.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie quelques échantillons de *lapilli* lancés par le grand cône du Vésuve, pendant la dernière éruption. Ces échantillons ont été recueillis par moi, le 29 avril dernier, près l'observatoire de M. Palmieri, au moment même de leur chute, et quand ils conservaient encore une certaine chaleur.

» L'abondance de ces produits est un des caractères distinctifs de l'éruption qui vient d'avoir lieu. Aucune, depuis 1822, n'avait projeté, sur les pays environnants, une ausssi grande quantité de cendres et de lapilli.

» C'est le lundi 29 avril, trois jours après la sortie des principales masses de lave, et cinq jours après les premiers signes de l'éruption, que ce phénomène a acquis son maximum d'intensité.

» Arrivé à Naples le dimanche 28 avril, je montai le lendemain à l'Observatoire du Vésuve. Un nuage noir enveloppait et cachait la montagne. La route de Naples à Résina était couverte d'une couche de cendres noires de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, tombées pendant la nuit. Après avoir passé Résina, et à mi-chemin de l'Observatoire, je reconnus qu'aux cendres se mêlaient de nombreux lapilli, qui étaient d'abord de la dimension d'une noisette, mais qui, grossissant à mesure que j'avançais, finirent par atteindre 5 à 6 centimètres de longueur, comme ceux que je présente ici. Ce sont des scories très-légères. Leur abondance dépendait de la direction que le vent, très-impétueux ce jour-là, imprimait à la colonne de fumée et de cendres noires qui s'élevait à une grande hauteur au-dessus du Vésuve; quand la nuée passait sur ma tête, les lapilli tombaient serrés comme la grêle. En certains points, il pouvait y avoir sur le sol de 5 à 6 centimètres de cendres et de lapilli. C'est au plus fort de cet orage de pierres que j'arrivai à l'Observatoire; j'y trouvai, comme deux sentinelles à leur poste, M. Palmieri, le directeur, et son aide M. Diego Franco, qui n'avaient pas quitté la place depuis le commencement de l'éruption. Le sol de l'Observatoire tremblait, et le bâtiment lui-même éprouvait une sorte de trépidation con-

tinuelle qui mettait en mouvement les thermomètres suspendus au mur, ainsi que l'eau placée dans les vases, mais qui ne menaçait en rien la solidité de l'édifice.

» Du sommet de l'Observatoire, et à l'abri de la grêle de lapilli qui frappaient les vitres et en cassaient quelques-unes, je pus distinguer parfaitement l'étendue de la principale coulée. Elle semblait avoir son point de départ sur la partie du grand cône qui fait face à l'Atrio del Cavallo, passait tout entière par la vallée dite *Fosso della Vetrana*, située entre l'Observatoire et la Somma, puis se divisait en deux branches. La plus étendue, celle de droite, passait, non sans les endommager, entre les villages de San-Sebastiano et de Massa di Somma, et s'étendait jusqu'au hameau de Jordano, près de la Cercola. L'autre, prenant à gauche, s'arrêtait sur le Piano delle novelle.

» Les vapeurs blanchâtres qui s'échappaient des fumerolles, abondantes surtout aux extrémités, dessinaient très-bien le contour des laves nouvelles, qui, du reste, ont suivi à peu près le même itinéraire que celles de 1855. La longueur du chemin qu'elles ont parcouru pouvait être de 5 kilomètres. MM. Palmieri et Diego Franco me dirent qu'elles avaient fait ce chemin en moins d'un jour. Le Fosso della Vetrana, qui a 8 à 900 mètres de large sur 1000 à 1100 de long, avait été franchi par la lave en une heure, le vendredi 26 avril, de $10^h30$ à $11^h30$ (1). Pendant la journée du 27, la lave avait encore un peu de mouvement, mais le dimanche matin elle était arrêtée. J'allai ce jour-là, avec les professeurs Guiscardi et Mantovani, examiner l'extrémité de la coulée qui traversait et barrait la route de San-Sebastiano. Elle pouvait avoir 6 mètres d'épaisseur, conservait une grande chaleur et émettait beaucoup de vapeurs, mais tout était immobile. Un jour et demi avait suffi pour l'épanchement et la consolidation de cette coulée, la plus importante qui soit sortie cette année des flancs du Vésuve. Tout cela s'est fait si vite, que le troisième jour un paysan du village de Massa di Somma a pu traverser la coulée pour venir à l'Observatoire (2).

(1) Les photographies présentées par M. Deville, dans la séance du 8 mai, offrent une telle abondance de vapeurs là où la coulée sort de la vallée de la Vetrana, que M. Mauricoffre a pensé qu'une nouvelle bouche s'y était ouverte; mais M. Palmieri explique ces apparences par des petites éruptions locales dont la cause me paraît être dans l'abondance des gaz qui faisaient explosion au milieu d'une aussi épaisse coulée.

(2) Il y a, sous ce rapport, des différences très-dignes d'être étudiées. La belle coulée *da Fosso grande*, en 1858, a mis plusieurs mois à se consolider. Les formes indiquent qu'elle était plus liquide que les laves de cette année.

Une autre coulée bien moins considérable s'est déversée dans la direction de Resina et, suivant sur une partie de son parcours le bord gauche de la lave de 1858 (celle du *Fosso grande*), elle s'est arrêtée près de Tirone sans atteindre Resina ni Torre del Greco. Cette seconde coulée passe près de l'ancien sentier par lequel on montait à l'Observatoire avant le rétablissement de la route carossable. J'ai été la visiter en m'écartant à droite de ce sentier. J'y ai fait quelques pas pour voir de près une maison de paysan qui avait été préservée par trois petits arbres. La lave les avait renversés sur la maison sans les consumer, puis elle s'était détournée en s'accumulant sur les côtés et dans le jardin. Il y avait peu de traces de feu. La lave était formée de gros blocs aigus qui, poussés par derrière, devaient sur ce point avoir cheminé déjà à moitié refroidis.

» Enfin une troisième coulée, selon ce que M. Palmieri avait entendu dire, se serait fait jour sur le côté du cône opposé à l'Observatoire vers Bosco tre case (1).

» C'est un fait digne de remarque que, depuis 15 ou 20 ans, il se fait peu d'éruptions de ce côté. Les laves semblent abandonner les pentes qui font face à Pompéi pour se porter vers l'Observatoire. En effet, les coulées, de 1855, 1858, 1860, 1871 et 1872, ont toutes pris cette direction, ont passé pour la plupart entre l'Observatoire et la Somma par la vallée della Vetrana qu'elles ont en partie comblée. Nous calculions avec M. Palmieri que si, pendant 15 ou 20 ans encore, le Vésuve obéit aux mêmes tendances, cette vallée sera comblée, et qu'alors en temps d'éruption, l'Observatoire deviendrait un poste dangereux. Il était difficile, le jour où j'y suis monté, de juger du changement que la forme du volcan a éprouvé, mais le petit cone qui s'était formé à la suite de l'éruption de 1871 ne se voyait plus. Quand j'étais venu à l'Observatoire huit jours auparavant, ce cône parasite qui était très-actif, se dessinait comme une verrue sur la pente nord-ouest du Vésuve, à 100 ou 150 mètres au-dessous du sommet. A sa place, le 29 avril, on voyait une grande et large fissure marquée par des fumerolles, qui s'étendait du sommet vers l'Atrio del Cavallo.

» Quand je quittai l'Observatoire, le spectacle était émouvant. Au milieu de la sombre et épaisse nuée qui couronnait le Vésuve, éclatait le tonnerre dont les coups redoublés dominaient à peine le roulement continuel et assourdissant de cette vaste fournaise. Dès le matin s'était déclarée une

---

(1) Ceci me paraît confirmé par la longue traînée de vapeurs blanches que l'on voit à droite dans les photographies envoyées par M. Meuricoffre.

tempête venant de l'est qui rabattait le nuage vers nous et nous inondait de cendres, de lapilli mêlés de quelques gouttes de pluie.

» Quant aux maux produits par l'éruption, ils sont moins grands que le supposait d'abord l'opinion publique effrayée. Le nombre des personnes surprises par la lave dans la nuit du 25 au 26 avril, entre l'Observatoire et l'Atrio del Cavallo, est de 12 ou 13. Pour ce qui concerne les dommages des champs, les laves ayant suivi principalement la même route qu'en 1855 et 1854, ont fait moins de ravage que si elles avaient recouvert sur toute leur étendue un pays cultivé : enfin si les cendres chaudes et acides ont détruit une grande partie des récoltes, c'est un mal passager, car on sait que les cendres du Vésuve, mêlées à la terre végétale, ne tardent pas à devenir très-fertiles. »

BOTANIQUE. — *Sur l'apparition spontanée en France de plantes fourragères exotiques, à la suite du séjour des armées belligérantes, en 1870 et 1871.* Note de **M. DE VIBRAYE.**

« Il y a quelques semaines, j'ai fait part à la Société centrale d'Agriculture de France d'un phénomène dont j'entrevoyais l'importance, et chaque jour, depuis cette époque, des faits nouveaux sont venus corroborer les premières appréciations. Je veux parler de l'apparition spontanée sur le sol de notre mère patrie, dans la région du centre, d'un nombre considérable de plantes fourragères exotiques, à la suite d'un séjour plus ou moins prolongé de nos armées belligérantes, pendant le cours des néfastes années 1870 et 1871.

» La dissémination de ces végétaux étrangers eut pour cause l'emploi de fourrages apportés d'outre-mer, et dont les graines tombées sur le sol, ont donné naissance à une végétation luxuriante, excitant au plus haut degré l'avidité du bétail.

A l'heure présente, les plantes méditerranéennes, algériennes pour la plupart, ayant bravé la rigueur des frimats, ayant supporté victorieusement les épreuves d'un hiver tout exceptionnel, se propagent avec une excessive abondance, au point de constituer artificiellement de remarquables spécimens de prairies naturelles, véritables oasis implantés sur des sols arides où nulle végétation de quelque importance ne s'était montré jusqu'alors. C'est peut-être, c'est très-probablement, ajouterai-je, le point de départ de l'introduction définitive d'un nombre inespéré de plantes fourragères qu'on s'étonnerait à bon droit, si le fil des traditions venait à s'interrompre, de

rencontrer plus tard en aussi grande abondance et en espèces aussi variées, au centre même de la France, dans un habitat exceptionnel, dans une zone beaucoup trop septentrionale, pour le milieu qu'elles devraient naturellement occuper et préférer. J'ose espérer que l'intelligence et la bonne volonté de l'homme sauront fixer et mettre à profit cette introduction spontanée d'une ressource fourragère exceptionnelle que le hasard met à notre disposition.

« En vertu de cet adage de notre vieille philosophie : *Ab actu ad posse valet consecutio*, les plantes algériennes acquièrent aujourd'hui même, à mon sens, un droit incontestable et très-légitime de naturalisation.

» La première notion de la possibilité d'introduire les plantes étrangères à la suite d'une consommation de fourrages par les chevaux de notre armée, remonte au mois d'août 1870. Un botaniste de Strasbourg, M. Buchinger, écrivait quelques jours avant l'investissement de la place, à M. Franchet, le conservateur de mes collections géologiques et paléontologiques, pour le prévenir que l'examen des foins distribués aux chevaux, lui avait procuré quatre-vingt-quatre espèces de plantes propres à la région méditerranéenne, et dont plusieurs appartenaient tout spécialement à la flore algérienne. Ce botaniste engageait son collègue à visiter les emplacements occupés par la cavalerie, pour s'assurer si *par un hasard* qu'il semblait déjà pressentir, quelques plantes étrangères au pays n'y feraient pas une apparition. C'était en quelque sorte une prédiction; ce fut aux yeux de M. Franchet une révélation. Ce dernier s'empressa d'examiner, et dès le mois d'avril 1871, il recueillit *deux* centaurées exotiques, et s'empressa de communiquer cette première découverte à M. Nouel, directeur du musée d'Orléans. A partir de ce jour, ces deux botanistes se livrèrent à des recherches minutieuses, et recueillirent un nombre considérable de plantes fourragères adventices. Tel est en quelques mots, l'historique de la découverte.

» Les points sur lesquels a été le mieux observé le phénomène au début sont, dans le département de Loir-et-Cher : 1° sur la rive droite de la Loire, les abords de la gare du chemin de fer, et 2° sur la rive gauche, l'ancien champ de course de Blois; puis, dans les communes de Cour, et principalement de Cheverny, nombre de points occupés successivement; puis, en dernier lieu, l'espace de huit jours, par les troupes et les attelages réquisitionnés du 25e corps, commandés par le général Pourcet, auquel j'ai donné l'hospitalité pendant ces huit jours.

» A Orléans, les observations ont été faites conjointement par MM. Nouel et Franchet, sur le boulevard Saint-Jean et l'île Arrault. Postérieurement, M. Ernest Nouel, fils du précédent, professeur de physique au lycée de Vendôme, signalait aux environs de cette ville des faits analogues à ceux que nous avions observés antérieurement.

» Je ne saurais trouver un moyen plus efficace de conserver à cette Communication l'intérêt de son actualité que d'enregistrer par ordre de dates le résumé des appréciations.

» Au 18 mars 1872, les plantes nouvelles, observées dès l'année précédente, s'étaient développées, notamment à Blois et Orléans, sur des sables arides, où de temps immémorial on ne voyait apparaître que des herbes chétives et rabougries. Chacun des emplacements fournissait une moyenne d'environ 90 à 100 espèces; mais comme les espèces n'étaient pas identiques sur tous les points soumis à l'observation, le nombre des espèces, à la même date, s'élevait à 157, réparties entre vingt et une familles végétales dont voici l'énumération :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Renonculacées | 3 | Composées | 28 |
| Résédacées | 1 | Convolvulacées | 1 |
| Crucifères | 8 | Borraginées | 1 |
| Silenées | 5 | Verbascées | 1 |
| Alsinées | 1 | Plantaginées | 1 |
| Linées | 1 | Labiées | 2 |
| Malvacées | 8 | Amaranthacées | 1 |
| Géraniacées | 7 | Salsolacées | 2 |
| Légumineuses | 52 | Polygonées | 1 |
| Ombellifères | 4 | Graminées | 28 |
| Dipsacées | 1 | | |
| Total | 91 | Total | 66 |

Total général .................................. 157.

» A cette première époque, le nombre des espèces observées ne pouvait être considéré comme définitif : on voyait apparaître et sortir à peine de terre plusieurs espèces, dont il était imprudent et prématuré d'entreprendre la détermination.

» En retirant de la somme totale une vingtaine de types, qui ne se rencontrent qu'accidentellement dans les prairies, on se trouvait en présence d'environ 140 espèces; nombre évidemment supérieur à celui des plantes attribuées aux meilleures prairies de France qui, d'après le sentiment des botanistes, n'offrent guère en maximum qu'une association de 90 à 100 espèces.

« Les légumineuses (52 espèces) entrent, comme on le voit, pour plus d'un tiers dans la composition des nouveaux prés; les graminées et composées (28 de chaque famille), pour un cinquième. Parmi les légumineuses, les trèfles et luzernes prédominent; on a compté jusqu'à 12 espèces de *Trifolium* et 10 à 11 espèces de *Medicago :* les 28 composées appartiennent à vingt et un genres, et les 28 graminées à seize genres différents. Les deux tiers de ces plantes fourragères sont annuelles ou bisannuelles.

» Au 12 avril, un nouvel examen du champ de course de Blois avait permis de constater que beaucoup d'espèces et notamment les medicago, non-seulement avaient persisté, mais s'étaient propagés de semis. Malheureusement pour l'intégrité de ces curieuses expériences, les terrains vagues sont abandonnés en pâture à trois ou quatre troupeaux de moutons appartenant à des bouchers. Les animaux attirés par une verdure exceptionnelle non-seulement dévoraient les plantes au fur et à mesure de leur développement, mais en outre les déracinaient avec leurs pieds en raison de l'aridité du sol et de son peu de cohésion (le sable des alluvions de la Loire).

» A Cheverny, j'ai pris soin d'entourer certains espaces, afin de les rendre inaccessibles au bétail; mais déjà l'abroutissement avait opéré ses ravages. Toutefois un certain nombre de plantes algériennes, telles que *trèfles*, *mélilots*, *phalaris*, *alopecurus*, avaient acquis un superbe développement. Quelques luzernes très-singulières ont été soumises au savant directeur du Jardin botanique de Bordeaux, M. Durieu de Maisonneuve, si compétent en pareille matière; mais on n'a pas encore obtenu le résultat de son travail.

» Au 19 avril, *il devenait évident* que non-seulement un grand nombre d'espèces avaient persisté, mais que, rares et souffreteuses l'année précédente, leur développement numérique s'opérait en nombre incommensurable, notamment les *Alopecurus utriculatus*, *Vulpia ligustica*, *Avena barbata*, *Trifolium nigrescens*, *Tr. Isthocarpum*, toutes plantes essentiellement méridionales et fourragères. Les medicago *sphærocarpa*, *pentacycla*, reparaissaient en grande abondance chaque fois qu'elles parvenaient à se soustraire soit à la voracité du bétail, notamment au pied des murs et dans les haies, soit à la faucille des femmes à la recherche de l'herbe. On parvenait très-difficilement à convaincre ces dernières de l'importance d'un sacrifice temporaire, la convoitise d'une jouissance immédiate l'emportant sur l'intérêt d'une étude qui peut servir ultérieurement à doter le pays, à les doter elles-mêmes d'une richesse fourragère sur laquelle jusqu'à ce jour on n'était pas en droit de compter.

» Le 23 avril, on avait pu constater aux environs de Vendôme la dissémination des fourrages exotiques sur une très-grande échelle. A la même date, on écrivait d'Orléans que non-seulement les espèces antérieures avaient persisté, mais que chaque jour il s'en développait de nouvelles.

» Le 27 avril, on appela mon attention sur le grand nombre d'espèces annuelles et bisannuelles disséminées; on semble prêt à s'alarmer de les voir entrer en proportion prépondérante dans les foins algériens importés, ce qui pourtant ne devrait point surprendre un observateur, en présence d'une loi commune à toutes les prairies naturelles qui, chose étrange au premier abord, empruntent aux types éphémères les garanties les plus incontestables de la pérennité.

» Les plantes annuelles que de Candolle a qualifiées de *monocarpiennes*, parce qu'elles terminent fatalement le cours de leur existence par une parfaite et unique fructification, sont invariablement, infailliblement reproduites par la dissémination de leurs semences parvenues à maturité. L'individu meurt tandis que l'espèce est mise en possession d'une pérennité qui, d'autre part, est temporairement acquise à l'individu, chaque fois qu'un moyen factice, la faux, par exemple, ou l'abroutissement du bétail ont retardé la dernière et indispensable phase de leur existence.

» A cette même date du 27 *avril*, les trèfles et luzernes observés à l'ancien champ de course de Blois avaient triomphé de la voracité du bétail; le sol commençait à être tapissé de verdure; la récolte des nouveaux foins s'annonçait comme devant être abondante. On signalait au 1er mai l'incessante apparition d'espèces évidemment nouvelles, on ne pouvait mettre en doute qu'à la fin de la saison, les quatre localités de Blois, Cheverny, Vendôme et Orléans ne fournissent 200 espèces dont 170 au moins spéciales aux prairies et pâturages.

Le 3 *mai* présente un nouveau fait à signaler. Pendant la guerre, un dépôt de fourrages existait aux abords de la halle de Cour-Cheverny, mais l'an dernier, malgré l'examen le plus scrupuleux, on n'avait pu constater l'existence d'aucune plante adventice occupant ce nouvel emplacement. Aujourd'hui, 12 espèces environ de fourrages étrangers viennent d'y faire une première apparition. D'autres s'y développeront probablement encore, nonobstant la présence du bétail et notamment des ânes, attachés au piquet sur la place du marché. Cette nouvelle observation démontre que les graines disséminées en 1871 ont pu se conserver en terre pendant 16 mois sans altération de leurs facultés germinatives. C'est un fait intéressant, corollaire d'une loi de rotation qu'on observe dans toutes les

prairies naturelles, c'est-à-dire la disparition temporaire des espèces dominantes, cédant, pour une période indéterminée, la place à des types nouveaux qu'elles viendront ultérieurement remplacer à l'heure où pour des causes impossibles à déterminer, elles auront obtenu les nouvelles faveurs des influences atmosphériques.

» J'ai dû retarder le dépôt de cette Communication pour attendre les renseignements relatifs à la gelée du 12 mai. Nos vignobles ont beaucoup souffert, les jeunes pousses des arbres et notamment celles des conifères indigènes aussi bien qu'exotiques ont été compromises, mais les fourrages algériens ont traversé victorieusement cette nouvelle épreuve.

» Aussi bien, ces utiles et nombreux végétaux que les meilleures terres arables ne seraient pas même en droit de répudier, ont jeté, peut-être à titre définitif, dans les régions du centre de la France, et sur la partie la plus aride et la plus ingrate en apparence de ce sol déshérité les somptueux éléments d'une richesse fourragère inespérée. Je me suis trompé lorsque j'ai qualifié ce résultat de simple phénomène : c'est un événement ! Ce n'est plus ici l'apparition éphémère de quelques plantes misérablement disséminées, pouvant faire naître le problématique espoir de fixer au sol un végétal utile, c'est un *exode* ! c'est la migration, non plus d'une modeste *florule*, mais d'une *flore* indépendante et complète. C'est un trésor en un mot, que la région du centre de la France doit s'imposer la douce violence, mais aussi le devoir, d'accepter, d'étudier et de s'approprier.

» D'autre part on ne saurait sans imprudence abandonner au hasard le soin de propager et de concéder à titre définitif les fourrages algériens à des climats plus septentrionaux que leur milieu, que leur point de départ. L'intervention de l'homme est évidemment ici nécessaire en présence d'une action naturelle *extra-légale*, osé-je dire, évidemment aléatoire.

» Il me semble donc éminemment utile et patriotique de prendre l'initiative d'une acclimatation régulière, j'allais ajouter normale, de ces fourrages exotiques au moyen de semences empruntées à leur habitat originel, et déposées sur un sol mis en défens et convenablement préparé pour leur donner utilement asile. Assurément je tenterai l'épreuve. J'ai déjà pris mes dispositions à cet égard. »

« **M. Delaunay**, en présentant à l'Académie, de la part de M. le capitaine d'état-major Perrier, la première partie de la *Description géométrique de l'Algérie* (tome X du *Mémorial du Dépôt de la guerre*), donne les indications suivantes sur le grand travail géodésique auquel ce volume se rap-

porte, et qui doit servir de fondement à la carte de l'Algérie. Ce travail comprend :

« 1° La mesure de trois bases à Blidah, à Bône et à Oran;

» 2° La confection d'une grande chaîne de 74 triangles du premier ordre, qui s'étend à peu près parallèlement à la côte, le long de la région moyenne du Tell, des frontières de la Tunisie aux frontières du Maroc, et qui est appelée à jouer dans la triangulation algérienne le même rôle que la méridenne de Paris par rapport au réseau français;

» 3° Des observations astronomiques de latitude, longitude et azimut, faites à Douéra, près d'Alger, et à Dar Beïda, près d'Oran;

» 4° Enfin les opérations secondaires de la triangulation.

» Les opérations géodésiques de premier ordre ont été exécutées en totalité par deux officiers : le commandant Versigny a déterminé la portion orientale de la grande chaîne entre Alger et la Tunisie, et fait la station astronomique de Douéra; le capitaine Perrier a déterminé la portion occidentale de la chaîne, entre Alger et le Maroc, a mesuré les deux bases de Bône et d'Oran, et fait la station astronomique de Dar Beïda.

» La première partie de l'ouvrage qui contiendra tous les détails de cet important travail, est consacrée spécialement à la mesure des trois bases; elle a été rédigée par le capitaine Perrier, qui en fait hommage aujourd'hui à l'Académie. On y lira avec intérêt la description des moyens employés pour obtenir la longueur de chacune de ces bases avec toute l'exactitude désirable dans une semblable opération. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Paléontologie, actuellement vacante au Museum d'histoire naturelle par suite du décès de M. *Lartet*.

Au premier tour de scrutin, destiné à désigner le premier candidat, le nombre des votants étant 44,

M. Gaudry obtient. . . . . . . . . . 42 suffrages.
M. Fischer. . . . . . . . . . . . . . 2 »

Au second tour de scrutin, destiné à désigner le second candidat, le nombre des votants étant 43,

M. Fischer obtient. . . . . . . . . . . 42 suffrages.

Il y a un billet blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra

*En première ligne*. . . . . . . . . . . . M. GAUDRY.
*En seconde ligne*. . . . . . . . . . . . M. FISCHER.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Nouveaux exemples du danger résultant du voisinage des masses métalliques pendant les orages*. Note de **M. W. DE FONVIELLE**. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

« L'auteur donne des détails sur le coup de foudre qui est tombé sur une meule située sur le territoire de la commune de Créteil, le 23 mai dernier, à 4 heures du soir, et qui a frappé mortellement plusieurs victimes. Il attribue la déflagration à la présence d'une charrue et de crochets en fer, que les victimes avaient apportés machinalement en cherchant l'abri de cette meule.

» L'auteur cherche à établir que le rayon fulgurant qui a frappé avec une intensité formidable la victime la plus élevée s'est partagé en deux branches, par suite d'une espèce de déviation analogue à celle des courants voltaïques, une portion s'étant portée sur les crochets, et le courant principal ayant atteint la charrue. Deux trous fulgurants, qui existent encore, sont la preuve évidente de cette bifurcation en deux courants de force inégale. Les victimes ont été d'autant plus grièvement frappées, qu'elles étaient plus rapprochées d'une masse de fer et que cette masse de fer était elle-même plus considérable. L'auteur n'insiste point sur tous les phénomènes curieux que présente ce coup de foudre, car il pense que les médecins présenteront un Rapport à l'Académie, et qu'il lui sera donné communication des résultats des autopsies cadavériques; mais il croit urgent d'appeler l'attention de l'Académie, comme il l'a déjà fait à plusieurs reprises, sur la nécessité de prévenir le public du danger qu'il y a à séjourner dans le voisinage de masses de fer pendant les orages.

» L'auteur cite encore, à l'appui de sa thèse, un phénomène observé par un médecin anglais, M. Wild, pendant un orage qui a éclaté sur la ville de Londres, le 9 mai dernier. Ce docteur, qui avait ouvert un parapluie à tige de fer, mais à manche de bois, a éprouvé une secousse en traversant un endroit découvert. Il a vu des étincelles briller à toutes les pointes de

son parapluie, et a ressenti un choc à la tempe. Son corps avait servi de conducteur pour compléter le circuit, et le rayon de foudre avait sans doute été attiré par le morceau de fer qu'il tenait à la main. L'auteur croit que cet exemple, qui n'est point sans précédents, doit engager à préférer les parapluies dont la tige est en bois, du moins pendant les pluies ayant un caractère orageux à ceux dont la tige est en fer. Il ajoute que les morceaux de fer ou de cuivre que portaient les victimes de la fulguration du 23 mai semblent avoir été le siége de fusions ou d'actions mécaniques proportionnées à leurs masses individuelles, ainsi qu'à leur conductibilité électrique. »

**M. E. Nasse** adresse une Note relative à un exemple de foudre globulaire, observé à Brives, le vendredi 17 mai.

« D'après le dire de plusieurs témoins, la foudre est d'abord tombée sous la forme d'un globe de feu (phénomène inexpliqué, connu sous le nom de *foudre globulaire*) rue Majour; la terrible sphère, après avoir touché le pavé, se serait relevée aussitôt, *grosse comme une comporte*, nous affirmait-on dans un langage imagé. Arrivé à une certaine hauteur, le globe de feu s'étant déchiré, des traits de foudre se sont épanouis dans diverses directions; l'un est venu s'abattre sur le fil télégraphique, rue de Puy-Blanc ; l'autre est tombé rue Barbecanne, sur la maison Sol, en s'introduisant par la cheminée qui s'est écroulée en partie. Arrivée dans l'intérieur de la maison, la foudre a porté ses ravages à chaque étage et pour ainsi dire dans chaque pièce. Au rez-de-chaussée, plusieurs personnes prenaient leur repas : tout à coup la bougie qui les éclairait s'éteint et une détonation épouvantable se produit; personne n'est atteint, tandis qu'un support de fer placé dans la cheminée est exactement coupé en deux, et que la pierre éclate en plusieurs endroits.

» Au premier étage, dans un salon, la cheminée de marbre est brisée par le fluide, ainsi que ce qu'elle supportait. La foudre, heureusement pour les personnes qui se trouvaient dans l'appartement, s'est écoulée facilement, grâce aux filets d'or tracés sur le papier qui tapisse les murs. Comme nous nous en sommes rendus compte, l'électricité a suivi chacun de ces minces filaments métalliques, en volatilisant l'or sur son passage.

» Au second étage, les dégâts matériels ont été également nombreux; une personne qui se trouvait dans l'une des pièces a été littéralement environnée par le fluide.

Partout sur son passage la foudre a laissé une forte odeur sulfureuse.

Malgré la route en apparence capricieuse de la foudre, nous avons pu constater, comme on l'observe presque toujours, que partout où il y a eu un changement brusque de direction, il a été dû à l'influence de corps bons conducteurs; que le fluide a suivi ces corps sans commettre de dégâts, pour recommencer ses effets désastreux plus loin.

L'auteur ajoute que la foudre est également tombée sous forme de boule de feu, à deux kilomètres de Brives, près du bourg de Mallemont; après avoir touché le sol, la boule s'est relevée et est venue éclater dans les branches d'un arbre voisin.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. **Malinowski** adresse, de Cahors, diverses Communications nouvelles, relatives aux phosphates de chaux naturels du Quercy.

L'auteur, qui se propose de publier prochainement un Traité spécial sur cette question, indique l'extension rapide qu'a prise depuis peu l'exploitation des gisements de la phosphorite du Quercy : il insiste sur l'importance que cette industrie doit acquérir, pour l'agriculture, et en particulier sur l'accroissement de fertilité que cet engrais, employé dans certaines conditions, paraît pouvoir donner à la vigne. Enfin, il pense que la présence de la truffe à la surface du sol est un signe annonçant la présence de gisements de phosphate de chaux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Poulain** adresse, pour le Concours du prix de Mécanique (fondation Montyon), un Mémoire accompagné d'une figure sur un « Nouvel organe mécanique réciproque de transformation de mouvement circulaire alternatif en rectiligne alternatif ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Saboureau** adresse quelques modifications au projet de freins qu'il a déjà soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Bergeret**, de Saint-Léger, adresse, par l'entremise de M. Delaunay, un Mémoire sur la relation entre la météorologie et la mortalité de la ville de Saint-Étienne (Loire).

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

La Commission nommée pour examiner un Mémoire de M. *Marie* intitulé : « Détermination du point critique où est limitée la convergence de la série de Taylor », ayant été réduite à deux Membres, par le décès de M. *Poncelet*, M. *Puiseux* est désigné pour faire partie de cette Commission, qui se composera définitivement de MM. Bertrand, O. Bonnet, Puiseux.

## CORRESPONDANCE.

M. **Sappey** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Stan. Laugier*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Marey** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Stan. Laugier.*

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de MM. *Martin-Damourette* et *Pelnet*, intitulé « Étude de physiologie expérimentale et thérapeutique sur la ciguë et son alcaloïde »;

2° Un Mémoire de M. *Guérard*, sur les propriétés alimentaires, les usages physiologiques et l'importance économique de la gélatine;

3° Un « Manuel pratique d'acclimatation pour les animaux récemment importés », par M. *de la Blanchère.*

4° Les premières feuilles d'un fac-simile effectué par des procédés photographiques, de la première édition originale de « Don Quichotte de la Manche ».

M. **le Secrétaire perpétuel**, en signalant également à l'Académie deux volumes des « Causeries scientifiques de M. *H. de Parville* (1870 et 1871) », donne lecture du passage suivant, extrait du second de ces volumes, et dans lequel l'auteur appelle l'attention des viticulteurs sur l'efficacité que pourrait offrir l'emploi du cuivre pour la destruction du *phylloxera vastatrix* de la vigne :

« ... Nous rappellerons un fait curieux, signalé à plusieurs reprises, et dont les vignerons pourraient sans doute tirer parti. On a reconnu que le piédestal des statues de bronze restait toujours propre, dépourvu de végétations cryptogamiques et de ces moisissures que l'on remarque habituellement sur la pierre et sur le marbre. L'eau du ciel, en tombant sur le bronze, se chargerait d'un peu d'oxyde de cuivre, acquerrait ainsi des propriétés toxiques, et, en ruisselant ensuite sur le marbre, empêcherait le développement des moisissures. La pluie constituerait, dans ces conditions, un agent de protection efficace. On peut espérer que les sels de cuivre tueraient de même les insectes de la vigne. Il suffirait dès lors de jeter au pied de chaque cep quelques rognures de cuivre; la pluie se chargerait de vert-de-gris, entraînerait dans le sol le poison qui, en filtrant peu à peu à travers la terre, atteindrait les pucerons. L'essai est à la portée de tout le monde.

» En tous cas, le phylloxera vaut bien la peine qu'on se livre à des expériences multiples; les pertes qu'il occasionne se cotent pour notre pays par des centaines de millions de francs. On ne saurait trop répéter qu'il y a urgence à s'occuper de la solution du problème, et il est à souhaiter que les viticulteurs se mettent immédiatement à l'œuvre, en étudiant comparativement les diverses méthodes sur lesquelles on a déjà appelé leur attention. »

M. **Burq** appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur l'immunité

dont jouissent, dans les épidémies cholériques, les ouvriers qui travaillent le cuivre.

D'après les renseignements qui lui ont été transmis de Bagdad, par le Fr. Damien, l'épidémie qui a sévi dans cette ville l'année dernière, depuis la fin d'avril jusqu'à la fin d'octobre, d'une manière exceptionnelle, a fait, sur une population de 80 000 âmes, environ 800 victimes. Dans ce nombre, le bazar qui contient une centaine de boutiques, occupant à peu près 500 ouvriers occupés au travail ou au commerce de la chaudronnerie, ne compte qu'une seule victime en activité de travail.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse à une Note précédente du* P. Secchi *sur quelques particularités de la constitution du Soleil.* Note de **M. Respighi**, traduite et communiquée par M. Faye.

« La Note du P. Secchi, qui a été publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 22 avril dernier, exige de ma part une réponse que je vais soumettre à l'illustre Académie, dans l'espoir qu'elle ne lui paraîtra pas inutile à la science.

» Sans vouloir apprécier l'idée que le P. Secchi se fait de l'atmosphère du Soleil et de ses courants, sans m'arrêter aux belles photographies de la dernière éclipse (M. Davis) qu'il cite à l'appui de la thèse, bien qu'on puisse contester la légitimité de pareilles interprétations, je me bornerai à relever les parties de la Note qui s'adressent directement à moi, c'est-à-dire la critique qu'il fait de mon opinion sur la loi qu'il croit avoir découverte, loi selon laquelle les sommités des jets ou des protubérances solaires s'infléchiraient d'un mouvement commun vers les pôles, sous l'action de courants généraux attribués à l'atmosphère du Soleil.

» Le P. Secchi prétend que mes conclusions, négatives à cet égard, n'ont pas d'autre valeur que celle d'une pure assertion; puis il signale les circonstances qui, d'après lui, seraient de nature à invalider cette assertion.

» Lorsqu'au mois d'octobre 1871 j'exprimais à ce sujet mon opinion, dans une lettre adressée à M. Faye, je me trouvais déjà en possession d'un très-grand nombre de faits recueillis dans le cours des deux années précédentes, grâce à la série d'observations régulières que j'avais instituées. L'examen consciencieux de ces faits, recueillis en dehors de toute idée préconçue, m'avait conduit à rejeter comme non vérifiées les assertions du P. Secchi, ainsi que sa loi des courants solaires. Il ne me serait pas possible de présenter tous les dessins que j'ai faits des protubérances et des

détails de la chromosphère, mais les 280 profils solaires que je soumets à l'Académie suffiront amplement à montrer que ma conclusion est tout autre chose qu'une assertion pure et simple. Je ne pense pas que le P. Secchi accuse mes dessins d'inexactitude, car il suffirait, pour écarter un pareil reproche, de comparer mes profils avec ceux des autres observateurs, et en particulier avec les dessins si exacts de M. Tacchini; mais il prétend que l'équatorial de l'Observatoire du Campidoglio n'est pas en état de montrer distinctement la structure filiforme de certaines protubérances; il assure même que, pour reconnaître cette structure, j'ai dû attendre que lui et M. Tacchini l'eussent fait connaître.

» S'il s'était donné la peine de lire, avec quelque attention, les Mémoires que j'ai publiés sur les protubérances solaires, avant que le P. Secchi et M. Tacchini eussent commencé leurs observations régulières, et surtout ma Note III, lue dans la séance de notre Académie, le 4 décembre 1870, il se serait convaincu que cette structure spéciale à une certaine classe de protubérances solaires avait déjà été remarquée et clairement décrite par moi, et que, de plus, j'avais eu soin d'indiquer les régions et les circonstances les plus favorables à sa production. Sans même se donner la peine de lire ces Mémoires, le P. Secchi se serait facilement assuré, par la simple inspection de mes 140 profils solaires, déjà publiés à cette époque, que la structure filamenteuse des protubérances et des sommités de la photosphère s'y trouvait distinctement reproduite, malgré la petitesse de l'échelle adoptée.

» De même, si le P. Secchi avait examiné les écrits que je viens de rappeler, il n'aurait pas donné comme des découvertes nouvelles des résultats auxquels j'étais parvenu plus d'une année auparavant, tels que la distribution des protubérances en rapport avec l'axe de la rotation solaire. Il n'aurait pas annoncé cette prétendue découverte presque dans les termes mêmes dont je m'étais servi pour la publier. A la vérité, je ne l'avais pas présentée comme une découverte, mais comme un simple résultat de mes observations. De même encore, le P. Secchi n'aurait pas pu affirmer, comme il vient de le faire, que les observations sur lesquelles je me suis fondé plus tard, pour rejeter sa loi de circulation dans l'atmosphère solaire, ne pouvaient être six fois plus nombreuses que les siennes. Le P. Secchi doit bien savoir, en effet, que mes observations, instituées longtemps avant les siennes, ont été continuées régulièrement; que ma Note IV, où j'ai présenté d'importants résultats sur la fréquence et la distribution des protubérances, et sur leurs rapports avec la période connue des taches solaires, est fondée sur une série d'observations qui va du 26 octobre 1869 au 23 juillet 1871,

et qu'enfin mes conclusions relatives à sa loi étaient fondées sur une série d'observations encore plus longue, puisque celle-ci s'étendait jusqu'au 1er septembre 1871.

» Le P. Secchi ajoute que le fait qu'un observateur a passé à côté d'une loi sans la reconnaître ne prouve rien contre l'existence de cette loi; la science en présente, en effet, plus d'un exemple : soit; mais ici le cas est tout différent, car il ne s'agit nullement d'un observateur qui passerait à côté d'une vérité alors inconnue, mais d'un observateur qui cherche à vérifier une découverte annoncée par un autre, et qui constate finalement que cette découverte n'existe pas.

» Enfin le P. Secchi finit par invoquer l'opinion d'un habile observateur, M. Spörer, qui aurait reconnu, lui aussi, l'existence du fait annoncé. Malheureusement le P. Secchi est convenu, dans une Note antérieure, que M. Spörer n'avait eu à sa disposition qu'un bien petit nombre de faits, ce qui tend à affaiblir beaucoup la valeur de cette citation. Quant à moi, je suis convaincu que M. Spörer, en continuant ses observations, sera conduit à modifier ses premiers aperçus.

» Mais je n'insisterai pas davantage sur le peu de fondement que la loi énoncée trouve dans les faits : je vais montrer maintenant que la cause assignée est encore moins admissible quand on la considère en elle-même, et qu'il suffit d'étudier la manière dont les phénomènes se manifestent sous nos yeux, pour être conduit aussitôt à rejeter l'explication du P. Secchi. En effet, ce qui caractérise d'ordinaire ces infléchissements des protubérances, c'est qu'ils se produisent, non pas d'un mouvement graduel et continu, mais brusquement et presque par sauts, ou du moins avec une rapidité prodigieuse. Dans la même région, dans le même groupe de protubérances, bien plus, dans le même jet, les ramifications latérales et le recourbement des sommités se montrent souvent dans des sens opposés. Ces faits si fréquents montrent bien qu'il ne s'agit pas ici d'un courant atmosphérique, déviant peu à peu les panaches élevés des protubérances, mais de l'action d'une force énergique, analogue à celle de l'électricité. Si donc il arrive que les déviations de ces jets d'hydrogène présentent une prédominance momentanée en l'un ou l'autre sens, il ne faudra pas en chercher la cause dans des courants généraux, mais dans la direction initiale des éruptions, et dans les caractères spéciaux de la force qui agite si puissamment ces masses d'hydrogène émises par le corps du Soleil, ou simplement soulevées au-dessus de sa surface.

» En terminant cette Note, j'appellerai l'attention de l'Académie sur une

autre particularité signalée par le P. Secchi, à savoir l'accouplement fréquent des grandes protubérances aux extrémités d'un même diamètre du Soleil. Le P. Secchi déduit de ces faits, qu'il considère comme normaux et non comme accidentels, certaines conclusions sur la constitution physique du Soleil. En consultant les deux cent quatre-vingts profils solaires que je présente à l'Académie, on jugera aisément de la valeur de cette remarque. Pour ma part, je déclare qu'après avoir fait une statistique minutieuse de ces cas d'accouplement, je ne puis les considérer que comme de simples rencontres ; et même le nombre des coïncidences favorables est bien inférieur à ce qui devrait avoir lieu en vertu de combinaisons purement fortuites. Cette dernière circonstance tient sans aucun doute à l'inégale activité des deux hémisphères du Soleil, sur lesquels les zones homologues diffèrent souvent beaucoup quant au maximum ou au minimum de fréquence des protubérances. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la détermination de limites entre lesquelles se trouve un nombre premier d'une forme donnée. Solution élémentaire dans un cas particulier.* Mémoire de **M. V.-I. Berton**, présenté par M. Serret. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

« Ce Mémoire a surtout pour objet la démonstration du théorème suivant :

» *Soit un module* $2p = a^\alpha b^\beta \ldots$ *et soient* $r_1, r_2, r_3 \ldots r_{2g}$ *les*

$$(a-1)(b-1)a^{\alpha-1}b^{\beta-1}\ldots$$

*nombres inférieurs à ce module et premiers avec lui* ($r_1 = 1$, $r_{2g} = 2p-1$).

» *Si la différence* $1 - \left[\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \ldots + \frac{1}{r_{2g}}\right] = 1 - s$ *est positive, entre les nombres* $x$ *et* $\frac{2p(1+\varepsilon)}{(2p-1)(1-s)}x$ ($\varepsilon$ *étant une fonction des données de la question et indéfiniment décroissante lorsque* $x$ *augmente*), *il existe au moins* $2g$ *nombres premiers, chacun d'eux étant de l'une des formes différentes*

$$2py + r_1, \quad 2py + r_2, \quad 2py + r_3, \ldots 2py + r_{2g}.$$

» Voici l'indication sommaire des opérations nécessaires pour cette démonstration, et d'abord, l'explication des signes employés :

$\varphi(x)$, produit de tous les nombres entiers consécutifs depuis 1 jusqu'à $E(x)$ partie entière de $x$ ;

$\varphi'(x)$, plus petit multiple de ces nombres ;

$\rho(x) = a^{\left(\frac{x}{a}\right)+\left(\frac{x}{a^2}\right)+\cdots} b^{\left(\frac{x}{b}\right)+\left(\frac{x}{b^2}\right)+\cdots} \cdots;$

$\rho'(x)$, produit des plus hautes puissances inférieures à $x$ de $a$, $b$,...

$h$, nombre des nombres premiers $a$, $b$,... diviseurs de $2p$;

$\varphi(2pz + r_c)_x$, produit des nombres en progression arithmétique dont la raison est $2p$ et le premier terme $r_c$ sous la condition $2pz + r_c \leq x$, $r_c$ inférieur à $2p$ et premier avec lui;

$\mu_{r_k}(x)$ produit des nombres premiers de la forme $\theta r_k = 2py + r_k$ et ne dépassant pas $E(x)$;

$\psi_{r_k}(x)$, produit des nombres premiers correspondant à chaque puissance de ces nombres qui donne pour résidu $r_k$;

$\nu(r^n, r_c)$, valeur minimum de V rendant la différence $\theta_r^n V - r_c$ divisible par $2p$.

» En général, $r$ sera un résidu par rapport à $2p$, premier avec ce module, mais indéterminé, et $r_k$ sera un de ces résidus déterminé.

» Ainsi, par définition, on a les deux relations suivantes :

$$\varphi'(x) = \psi_{r_1}(x)\psi_{r_2}(x)\ldots\psi_{r_{2g}}(x)\rho'(x),$$

$$\psi_{r_k}(x) = \mu_{r_k}(x)^{\frac{1}{1+2gt}}\mu_{r_k}(x)^{\frac{1}{\nu'+2gt}}\ldots\mu_{r_i}(x)^{\frac{1}{\nu''+2gt}}\ldots;$$

d'ailleurs, on obtiendra élémentairement

$$(1) \qquad \varphi(2pz + r_c)_x < \frac{r_c}{2p}\, x\, (2p)^{\frac{x}{2p}} \varphi\left(\frac{x}{2p}\right),$$

$$(2) \qquad \varphi(2pz + r_c)_x > \frac{r_c}{2p}\,\frac{1}{x}\,(2p)^{\frac{x}{2p}} \varphi\left(\frac{x}{2p}\right);$$

mais ($\nu$ étant une indéterminée assujettie à prendre successivement les valeurs $1, 2, 3, \ldots, 2g$), on trouve

$$\varphi(2pz + r_c)_x = \Pi\mu_r\left[\frac{x}{\nu(r^\nu, r_c) + 2pu}\right]^{\frac{1}{\nu+2gt}},$$

$u = 0, 1, 2, 3, \ldots$, d'où

$$(3) \quad \varphi(2pz + r_c)_x = \psi_{r_1}\left[\frac{x}{\nu(r_1, r_c) + 2pu}\right]\psi_{r_2}\left[\frac{x}{\nu(r_2, r_c) + 2pu}\right]\ldots\psi_{r_{2g}}\left[\frac{x}{\nu(r_{2g}, r_c) + 2pu}\right].$$

» Développant (1), mettant en évidence les $\psi_{r_c}(x)$ et observant que les $\psi_r(x)$ sont des fonctions croissantes avec $x$, on déduit

$$(4) \quad \frac{\psi_{r_c}\left(\frac{x}{1}\right)\psi_{r_c}\left(\frac{x}{1+2p}\right)\psi_{r_c}\left(\frac{x}{1+4p}\right)\psi_{r_c}\left(\frac{x}{1+6p}\right)\cdots}{\psi_{r_c}\left(\frac{x}{2p}\right)\psi_{r_c}\left(\frac{x}{4p}\right)\psi_{r_c}\left(\frac{x}{6p}\right)\cdots} < \frac{r_c}{2p}\, x\,(2p)^{\frac{x}{2p}}\rho\left(\frac{x}{2p}\right),$$

et posant

$$\left(2pa^{\frac{1}{a-1}}b^{\frac{1}{b-1}}\dots\right)^{\frac{1}{2p}} = \mathrm{A},$$

on obtient

$$(5)\qquad \left.\begin{array}{l}\log\psi_{r_c}(x)\\ \log\mu_{r_c}(x)\end{array}\right\} < \left(\frac{2p}{2p-1}\right)x\log\mathrm{A} + \frac{\log^2 x}{2\log 2p} + \frac{1}{2}\log x,$$

relation vraie quel que soit $r$.

» Pour obtenir une limite inférieure, on déduit de l'équation (3), eu égard à (2), l'inégalité suivante

$$(6)\qquad \left\{\begin{array}{l}\psi_{r_1}\left[\dfrac{x}{v(r_1, r_c)}\right]\cdots\psi_{r_c}\left(\dfrac{x}{1}\right)\cdots\psi_{r_{2g}}\left[\dfrac{x}{v(r_{2g}, r_c)}\right]\Pi\,\dfrac{\psi_r\left[\dfrac{x}{v(r, r_c)[1+2p(u'+1)]}\right]}{\psi_r\left[\dfrac{x}{v(r, r_c)\,2p(u'+1)}\right]}\\ \qquad > \dfrac{r_c}{2p}\dfrac{1}{x}(2p)^{\frac{x}{2p}}\rho\left(\dfrac{x}{2p}\right),\end{array}\right.$$

puis on élimine de cette inégalité les fonctions $\psi$ au moyen de la relation (4), dans laquelle on remplace successivement $r_c$ par $r_1$, $r_2$,..., après avoir divisé $x$ par $v(r_1, r_c)$, $v(r_2, r_c)$,..., suivant le cas.

» Toutes réductions faites, on obtient

$$\psi_{r_c}(x) > \left(\frac{r_c}{2p}\right)^2\left(\frac{2p}{x}\right)^{2g}\frac{\rho\left(\dfrac{x}{2p}\right)}{\rho\left(\dfrac{x}{2pr_2}\right)\rho\left(\dfrac{x}{2pr_3}\right),\dots,\rho\left(\dfrac{x}{2pr_{2g}}\right)}(2p)^{\frac{x}{2p}(1-s)},$$

et, par suite,

$$(7)\qquad \left\{\begin{array}{l}\log\mu_{r_c}(x) > \left[(1-s)x - (2g+1)\dfrac{2p}{2p-1}\sqrt{x}\right]\log\mathrm{A} - (2g+1)\dfrac{\log^2 x}{8\log 2p}\\ \qquad\qquad - \left(\dfrac{10g+4h+1}{4}\right)\log x + (2g+h-4)\log 2p.\end{array}\right.$$

» Or, si l'on met $\delta x$ à la place de $x$ dans cette dernière inégalité, il est clair qu'on pourra donner à $\delta$ une valeur telle $(1 > s)$, que le deuxième membre devienne au moins égal au deuxième membre de l'inégalité (5), auquel cas, entre $x$ et $\delta x$, il y aura au moins un nombre premier d'une forme quelconque $2py + r$, c'est-à-dire $2g$ nombres premiers de formes différentes.

» Opérant le rapprochement indiqué, on est conduit à poser

$$\delta = \frac{2p(1+\varepsilon)}{(2p-1)(1-s)},$$

et, pour abréger, à représenter par G et H des expressions fonctions de $x$

en dénominateur; on trouve

$$(8) \qquad \delta \geqq \frac{2p}{(2p-1)(1-s)}\left[1 + H + \frac{G + \sqrt{G(G+4H+4)}}{2}\right].$$

» Parmi les modules $2p$ pour lesquels la condition de l'énoncé est satisfaite, nous en avons choisi *dix-huit*, et nous avons calculé pour chacun d'eux et réuni dans un tableau les multiplicateurs de $x$ tirés de l'équation (8), dans laquelle nous avons introduit l'hypothèse $x \geqq 10000$.

» Nous citerons ici, comme résultats dignes de remarque, les multiplicateurs de $x$ relatifs aux modules

4 6 10 12 18 30 42 60 et 210

qui sont respectivement, à $\frac{1}{10}$ près,

2,20 1,60 3,10 2,20 3 2,70 4,90 5,80 et 34.

» Le module $2^2.3.5.7 = 420$, qui comprend 96 résidus premiers avec lui, donnerait, sous la condition $x \geqq 1\,000\,000$, un multiplicateur de $x$ inférieur à 50. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une surface quartique aplatie.* Note de **M. A. Cayley**, présentée par M. Chasles.

« Il y a évidemment pour les surfaces une théorie analogue à celle des courbes aplaties : la pénultième d'une surface $P^\alpha Q^\beta \ldots = 0$ est, pour ainsi dire, composée des surfaces $P = 0$, $Q = 0$, etc., *plus* des lignes courbes ou *arêtes*, lesquelles correspondent aux sommets d'une courbe aplatie (1); par exemple une surface quadrique peut se réduire à $P^2 = 0$, un plan deux fois, *plus* une conique qui est l'arête de la surface aplatie. Pour les surfaces quartiques, un exemple assez intéressant se rencontre dans le beau Mémoire de M. Casey, *On cyclides and spheroquartics* (*Phil. Trans.*, t. CLXI, p. 585-721; 1871). L'auteur, d'après M. Darboux, nomme *cyclide* la surface quartique générale, qui a pour ligne double le cercle à l'infini (*surface quartique anallagmatique* de M. Moutard), et *spheroquartic* la courbe d'intersection d'une sphère par une surface quadrique quelconque; et il est conduit à considérer la sphéroquartique comme cas particulier de la cyclide. J'aime mieux dire qu'il y a une cyclide aplatie ayant pour arête une courbe sphéroquartique.

» Voici comment on y arrive : la cyclide est l'enveloppe des sphères,

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 708 (séance du 11 mars 1872).

dont chacune a son centre sur une surface quadrique nommée *focale* et coupe orthogonalement une sphère fixe, nommée *sphère d'inversion*, disons la sphère S. Cela étant, en envisageant la focale comme une surface réglée, chaque droite sur la surface donne lieu à une infinité de sphères, qui passent toutes par un même cercle. En supposant que la droite coupe la sphère S aux points O, O′, ce cercle est ce que j'appelle l'*anticircle* des points O, O′, savoir, le plan du cercle est perpendiculaire à la corde OO′ au point central M, et le rayon en est égal à $i$OM ($= i$O′M), de manière que le cercle est réel ou imaginaire, selon que les points O, O′ sont imaginaires ou réels : toute sphère ayant son centre sur la droite OO′, et coupant orthogonalement la sphère S, passe par le cercle dont il s'agit, disons le cercle L. On voit sans peine que chaque point du cercle L est situé sur la cyclide. Il y a donc sur la cyclide une série infinie single de cercles L qui correspondent un à une aux directrices de la surface focale; il y a de même une série infinie single de cercles L′ qui correspondent un à une aux génératrices de la surface focale. La cyclide est le lieu des cercles de l'une ou l'autre série; chaque cercle de la première série coupe en deux points opposés chaque cercle de l'autre série, mais deux cercles de la même série ne se rencontrent pas.....

» Or, en supposant avec M. Casey que la surface focale se réduise à un cône, les deux séries de cercles se réduisent à une seule série de cercles L, dont chacun est situé sur la sphère, centre le sommet du cône, qui coupe orthogonalement la sphère S, disons la sphère T. On a sur la sphère T la série des cercles L, lesquels ont pour enveloppe une courbe sphérique, la sphéroquartique de M. Casey. Les points des différents cercles L ne remplissent pas la surface sphérique entière, mais seulement une partie de cette surface, limitée par la courbe sphéroquartique. Cela étant, on pourrait dire que la surface cyclide se réduit à la sphère T deux fois, mais il vaut mieux la considérer comme une cyclide aplatie ayant pour arête la courbe sphéroquartique.

» La sphéroquartique, considérée comme courbe sur une sphère T, est donnée (comme le remarque M. Casey) par une construction tout à fait analogue à celle pour la cyclide comme surface dans l'espace, savoir (en considérant toujours les courbes sphériques sur une même sphère), la sphéroquartique est l'enveloppe des cercles qui ont leurs centres sur une sphéro-conique et qui coupent orthogonalement un cercle fixe. Le cône, sommet le centre de la sphère, qui passe par la sphéroquartique, est de l'ordre 4, avec deux droites doubles (la classe est donc $= 8$); j'ajoute qu'il

touche quatre fois la sphère-cône $x^2+y^2+z^2=0$, ayant le même sommet (1).

» M. Casey dit que le cône quartique a 16 droites focales : cela a besoin d'explication. Le cône quartique et le sphère-cône ont en commun $8\times 2=16$ plans tangents, y compris les plans tangents selon les 4 droites de contact, chacun deux fois : hormis ceux-ci, il y a donc 8 plans tangents communs. L'intersection de deux quelconques de ces 8 plans est droite focale du cône quartique : donc $\frac{1}{2}8\times 7=28$ droites focales. Mais je trouve que les 8 plans tangents forment deux systèmes de 4 plans chacun : les 4 points de l'un de ces systèmes coupent les 4 plans de l'autre système dans 16 droites, lesquelles sont les droites focales de M. Casey; il y a de plus $6+6$ droites, dont chacune est l'intersection de deux plans du même système. Je n'ai pas cherché les distinctions qui doivent exister entre ces différents systèmes de droites focales. »

MÉCANIQUE. — *Sur les oscillations infiniment petites des systèmes matériels.* Note de **M. C. Jordan**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication, à quelles conditions doit satisfaire un système d'équations différentielles linéaires à coefficients constants, dans le cas où son équation caractéristique a des racines égales, pour que la variable indépendante ne figure pas dans les intégrales hors des signes trigonométriques.

» M. Yvon Villarceau, dont une Remarque, insérée aux *Comptes rendus*, m'avait conduit à m'occuper de cette question, a bien voulu me communiquer tout récemment un travail de M. Somof, publié, en 1859, dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*. L'auteur, étudiant le système des équations qui déterminent les oscillations très-petites d'un système de points matériels, montre que l'équation caractéristique de ce système n'a que des racines réelles, ce que l'on savait déjà, mais qu'elle peut avoir des racines égales, et que, néanmoins, si elle n'a pas de racine nulle, le temps ne figurera jamais dans l'intégrale hors des sinus et des cosinus.

---

(1) En général, en considérant une courbe quelconque sur une surface S, et un point O quelconque, les deux cônes, sommet O, dont l'un passe par la courbe et l'autre est circonscrit à la surface, se touchent partout où ils se rencontrent : autrement dit, ils n'ont que des droites d'intersection doubles ou de contact.

» Ce résultat intéressant peut s'établir très-simplement, comme on va le voir.

» Le système à intégrer est le suivant :

$$(1) \qquad \frac{d^2}{dt^2}\frac{dT}{dq_1} = \frac{dU}{dq_1}, \dots, \quad \frac{d^2}{dt^2}\frac{dT}{dq_n} = \frac{dU}{dq_n},$$

où

$$T = \Sigma a_{rs} q_r q_s, \quad U = \Sigma b_{rs} q_r q_s$$

sont des fonctions entières et du second degré des $n$ variables $q_1, \dots, q_n$ (on suppose $a_{rs} = a_{sr}$, $b_{rs} = b_{sr}$). La forme T est définie et positive; enfin le déterminant des quantités $a_{rs}$ n'est pas nul.

» On peut, sans altérer la forme du système (1), prendr epour variables, au lieu de $q_1, \dots, q_n$, des fonctions linéaires quelconques $q'_1, \dots, q'_n$ de ces mêmes variables. En effet, $\frac{dT}{dq'_1}, \dots, \frac{dT}{dq'_n}$ s'exprimeront linéairement en fonction de $\frac{dT}{dq_1}, \dots, \frac{dT}{dq_n}$, et $\frac{dU}{dq'_1}, \dots, \frac{dU}{dq'_n}$ s'exprimeront de la même manière en fonction de $\frac{dU}{dq_1}, \dots, \frac{dU}{dq_n}$. Et il est clair qu'en ajoutant les équations (1) respectivement multipliées par des constantes convenables, on en déduira les suivantes :

$$\frac{d^2}{dt^2}\frac{dT}{dq'_1} = \frac{dU}{dq'_1}, \dots, \quad \frac{d^2}{dt^2}\frac{dT}{dq'_n} = \frac{dU}{dq'_n},$$

qui formeront un nouveau système équivalent à (1).

» Cela posé, ajoutons ensemble les équations (1), respectivement multipliées par des indéterminées $m_1, m_2, \dots$. La fonction $Q = h_1 q_1 + \dots + h_n q_n$ satisfera à la relation

$$(2) \qquad \frac{d^2 Q}{dt^2} = \sigma Q,$$

si l'on a les relations

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} b_{11} m_1 + \dots + b_{1n} m_n = \sigma(a_{11} m_1 + \dots + a_{1n} m_n) = \sigma h_1, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ b_{n1} m_1 + \dots + b_{nn} m_n = \sigma(a_{n1} m_1 + \dots + a_{nn} m_n) = \sigma h_n, \end{array} \right.$$

lesquelles exigeront, pour être compatibles, que l'on ait la condition

$$(4) \qquad \begin{vmatrix} b_{11} - a_{11}\sigma & \dots & b_{1n} - a_{1n}\sigma \\ \dots\dots & \dots & \dots\dots \\ b_{n1} - a_{n1}\sigma & \dots & b_{nn} - a_{nn}\sigma \end{vmatrix} = 0.$$

» Soit d'ailleurs $\sigma_1$ une racine quelconque de l'équation (4); on déterminera par les relations (3) les rapports des quantités $m_1, \dots, m_n$, $h_1, \dots, h_n$.

Ces rapports pourront, dans certains cas, rester en partie indéterminés; mais, dans tous les cas, on aura au moins une fonction Q satisfaisant à l'équation (2).

» D'après ce que nous avons vu plus haut sur la possibilité de changer au besoin de variable, on peut admettre que Q se réduit à $q_1$; d'où

$$h_2 = \ldots = h_n = 0.$$

D'autre part, la fonction T étant définie, les coefficients $a_{22}, \ldots, a_{nn}$ des carrés de $q_2, \ldots, q_n$ n'y seront pas nuls, et en prenant au besoin pour variables, au lieu de ces quantités, les suivantes :

$$q_2 + \frac{a_{12}}{a_{22}} q_1, \ldots, \quad q_n + \frac{a_{1n}}{a_{nn}} q_1,$$

on pourra faire disparaître les rectangles qui contiennent $q_1$. Il est donc permis d'admettre que $a_{21}, \ldots, a_{n1}$ sont nuls.

» Introduisant les relations $h_1 = 1$, $h_2 = \ldots = h_n = 0$, $a_{21} = \ldots = a_{n1} = 0$ dans les équations (3), on trouvera successivement, $\sigma_1$ étant supposé différent de zéro, ainsi que le déterminant des quantités $a_{rs}$,

$$m_2 = \ldots = m_n = 0, \quad m_1 = \frac{1}{a_{11}},$$
$$b_{21} = \ldots = b_{n1} = 0, \quad b_{11} = \sigma_1 a_{11},$$

et, par suite de ces valeurs, la première des équations (1) deviendra

$$(5) \qquad \frac{d^2 q_1}{dt^2} = \sigma_1 q_1,$$

et les autres auront la forme suivante :

$$(6) \qquad \frac{d^2}{dt^2}\frac{dT'}{dq_2} = \frac{dU'}{dq_2}, \ldots, \quad \frac{d^2}{dt^2}\frac{dT'}{dq_n} = \frac{dU'}{dq_n},$$

T' et U' étant ce que deviennent T et U lorsqu'on y fait $q_1 = 0$.

» Le système (6) à $n - 1$ variables est analogue au système (1). En le traitant de même, on pourra en isoler une nouvelle équation analogue à (6), puis une troisième, etc. Donc enfin on pourra choisir les variables de manière à ramener le système (1) à la forme canonique

$$(7) \qquad \frac{d^2 q_1}{dt^2} = \sigma_1 q_1, \ldots, \quad \frac{d^2 q_n}{dt^2} = \sigma_n q_n,$$

les valeurs $\sigma_1, \ldots, \sigma_n$ pouvant être égales ou non.

» Sous la forme (7), l'intégration se fait immédiatement, et l'on voit que le temps ne figure que sous les signes trigonométriques ou exponentiels.

» Il est clair que la question de la réduction du système (1) à la forme canonique (7) est identique à ce problème connu : *Faire disparaître les rectangles des variables à la fois dans les deux formes quadratiques* T *et* U. On voit, par ce qui précède, que la question peut toujours se résoudre, lors même que l'équation caractéristique dont elle dépend a des racines égales, pourvu que l'une des formes considérées soit définie. Mais, dans le cas des formes indéfinies, il restera parfois un dernier rectangle dont on ne pourra se débarrasser.

» Ainsi, par exemple, il est impossible de faire disparaître les rectangles des deux formes

$$xy \quad \text{et} \quad xy + Mq^2.$$

Soient, en effet, $x' = \alpha x + \beta y$, $y' = \gamma x + \delta y$ les nouvelles variables qui produiraient ce résultat; on aurait

$$xy = A(\alpha x + \beta y)^2 + B(\gamma x + \delta y)^2,$$
$$xy + My^2 = C(\alpha x + \beta y)^2 + D(\gamma x + \delta y)^2.$$

d'où

$$A\alpha^2 + B\gamma^2 = 0, \quad A\beta^2 + B\delta^2 = 0, \ldots,$$
$$C\alpha^2 + D\gamma^2 = 0, \quad C\beta^2 + D\delta^2 = M, \ldots,$$

équations évidemment incompatibles (le déterminant $\alpha\delta - \beta\gamma$ ne devant pas être nul).

» On peut démontrer, par les mêmes principes, que l'équation (4) a toutes ses racines réelles. Supposons, en effet, qu'elle eût un couple de racines imaginaires $\sigma_1 = \lambda + \mu i$, $\sigma_2 = \lambda - \mu i$. On pourrait déterminer un couple de fonctions conjuguées $Q_1 = R + Si$, $Q_2 = R - Si$, satisfaisant respectivement aux relations

$$\frac{d^2 Q_1}{dt^2} = \sigma_1 Q_1, \quad \frac{d^2 Q_2}{dt^2} = \sigma_2 Q_1.$$

» Or on peut évidemment supposer que R et S se réduisent respectivement à des fonctions de la forme $\alpha q_1 + \beta q_2$, $\gamma q_1 + \delta q_2$. Cela étant, les valeurs de $h_3, \ldots, h_n$, correspondantes à chacune des deux racines $\sigma_1$, $\sigma_2$, seront nulles. On peut admettre, d'autre part, que l'on ait choisi $q_1$ et $q_2$, puis $q_3, \ldots, q_n$, de manière qu'on ait

$$(8) \qquad a_{21} = a_{31} = \ldots = a_{n1} = a_{32} = \ldots = a_{n2} = 0.$$

Cela posé, les équations (3) donneront $m_3 = \ldots = m_n = 0$, puis

$$(9) \qquad b_{31} m_1 + b_{32} m_2 = 0, \ldots, \quad b_{n1} m_1 + b_{n2} m_2 = 0.$$

» Or pour la racine $\sigma = \sigma_1$ on a $h_1 = \alpha + \gamma i$, $h_2 = \beta + \delta i$, d'où

$$a_{11} m_1 + a_{12} m_2 = \alpha + \gamma i, \quad a_{21} m_1 + a_{22} m_2 = \beta + \delta i.$$

» Pour $\sigma = \sigma_2$, on aura un autre système de valeurs de $m_1$, $m_2$, définies par les relations

$$a_{11} m_{11} + a_{12} m_{12} = \alpha - \gamma i, \quad a_{21} m_{11} + a_{22} m_{12} = \beta - \delta i,$$

et les relations (8) devront être satisfaites par ces deux systèmes de valeurs de $m_1$, $m_2$, ce qui ne pourra avoir lieu que si l'on a

(10) $$b_{31} = b_{32} = \ldots = b_{n1} = b_{n2} = 0.$$

» Or, en introduisant les relations (8) et (10) dans l'équation caractéristique (4), elle devient

$$\begin{vmatrix} b_{11} - a_{11}\sigma & b_{12} & 0 & \ldots \\ b_{22} & b_{22} - a_{22}\sigma & 0 & \ldots \\ 0 & 0 & b_{33} - a_{33}\sigma & \ldots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{vmatrix} = 0,$$

de telle sorte que $\sigma_1$, $\sigma_2$ devraient être les deux racines de l'équation partielle

$$(b_{11} - a_{11}\sigma)(b_{22} - a_{22}\sigma) - b_{12}^2 = 0;$$

résultat absurde, car cette équation a ses deux racines réelles, son discriminant étant égal à

$$(a_{22} b_{11} - b_{22} a_{11})^2 + 4 a_{11} a_{22} b_{12}^2,$$

quantité positive, car, la forme T étant positive, $a_{11}$ et $a_{22}$ ne peuvent être négatifs. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les développées des surfaces; par* **M. Ribaucour.**

« J'adopte la définition de développée pour désigner la surface lieu des centres de courbure principaux d'une surface (A); je me propose d'établir dans cette Note les relations qui déterminent les éléments du second ordre des deux nappes de ces surfaces et d'en déduire quelques conséquences géométriques. Posons :

$$ds^2 = f^2 du^2 + g^2 dv^2,$$

pour le $ds^2$ de (A) rapporté aux lignes de courbure, et

$$\frac{f}{a} = R_1, \quad \frac{g}{b} = R_2,$$

où $R_1$ et $R_2$ désignent les rayons de courbure principaux de (A) au point A. Soient B et C les points où la normale en A à (A) touche les deux nappes (B) et (C) de la développée. Enfin prenons pour axes de coordonnées AX tangente à la ligne ($v$), AY tangente à la ligne ($u$) et AZ normale en A à (A).

» Lorsqu'on donne aux paramètres des accroissements $du$ et $dv$, on passe du point B au point B' sur (B). Désignons par $\xi$ la distance au point B d'un point M de la normale en B, et par $\theta$ l'angle que le plan tangent en M à la normalie déterminée par les deux points B et B' fait avec le plan XAY; ces quantités sont liées entre elles par la relation

$$-\operatorname{tang}\theta = \frac{du\,\frac{dR_1}{du} + dv\,\frac{dR_1}{dv} + du\,a\,\xi}{dv\,b(R_2 - R_1) + dv\,\frac{dg}{f\,du}\,\xi - du\,\frac{df}{g\,dv}\,\xi}.$$

» Cette équation et son homologue relative à la nappe (C) déterminent, à elles deux, tout ce qui est relatif à la courbure de la développée.

» Elles ne contiennent en réalité que les dérivées par rapport à $u$ et $v$ des quantités $R_1 R_2 f g$; mais en tenant compte des équations de Codazzi on peut éliminer $\frac{dR_1}{dv}$ et $\frac{dR_2}{du}$, car on a par exemple :

$$\frac{dR_1}{dv} = \frac{df}{g\,dv}\,\frac{b}{a}(R_2 - R_1).$$

» Il ne reste plus que $\frac{dR_1}{du}$, $\frac{dR_2}{dv}$, $\frac{df}{fg\,dv}$, $\frac{dg}{fg\,du}$. Ces deux dernières fonctions étant les valeurs des courbures géodésiques des courbes ($v$) et ($u$), on peut dire que :

» *Si les lignes de courbure de deux surfaces tangentes en* A *ont un contact du troisième ordre, les développées de ces deux surfaces sont osculatrices.*

» Mais tous les éléments du troisième ordre d'une surface dépendant seulement de ceux des lignes de courbure (comme il résulte des formules de Codazzi), on peut dire que : *si deux surfaces tangentes en* A *ont un contact du troisième ordre, leurs développées sont osculatrices.* Ces deux théorèmes ont été trouvés géométriquement par M. Mannheim.

» Cherchons comment sont situés les centres de courbure principaux sur les normales à (B) et à (C). Aux centres de courbure principaux, ces plans tangents sont les mêmes, quels que soient $du$ et $dv$; on doit donc

avoir

$$-\operatorname{tang}\theta = \frac{a\xi + \frac{d\ {}_2}{du}}{-\frac{df}{g\,dv}\xi} = \frac{\frac{df}{g\,dv}\frac{b}{a}(R_2 - R_1)}{b(R_2 - R_1) + \frac{dg}{f\,du}\xi}.$$

» Ces deux équations déterminent les plans principaux et les centres de courbure; mais l'une d'elles ne contient pas $\frac{dR_1}{du}$, et par conséquent s'applique aux développées de toutes les surfaces ayant en A un contact du second ordre; elle exprime une liaison géométrique entre la position d'un centre de courbure et la direction du plan tangent en ce point. On peut déterminer ces deux éléments à l'aide d'une droite passant par le centre de courbure et contenue dans le plan tangent; pour la déterminer nous l'assujettirons à rencontrer la normale en C.

» Les équations de cette droite sont

$$\frac{Z + R_2}{X} = \frac{R_2 - R_1}{\xi}, \quad -\operatorname{tang}\theta = -\frac{Z + R_1}{Y} = \frac{\frac{df}{g\,dv}\frac{b}{a}(R_2 - R_1)}{b(R_2 - R_1) + \frac{dg}{f\,du}\xi}.$$

» En éliminant le paramètre $\xi$, on trouve

$$X\frac{R_2}{Z + R_2}\frac{dg}{fg\,du} + Y\frac{R_1}{Z + R_1}\frac{df}{fg\,dv} + 1 = 0,$$

équation d'un paraboloïde qui s'applique aussi bien à la nappe (C) qu'à la nappe (B). Dès lors on peut énoncer la proposition suivante :

» *Soit* M *un centre de courbure principal de* (B) *et* $m$ *le point où le plan tangent en* M *à la développée de* (B) *rencontre la normale en* C *à* (C); *le lieu des droites telles que* M$m$ *pour toutes les surfaces ayant en* A *un contact du second ordre est un paraboloïde. Les deux paraboloïdes relatifs aux nappes* (B) *et* (C) *coïncident.*

» La section de ce paraboloïde par le plan ZAX se compose des droites

$$Z + R_1 = 0, \quad \frac{Z}{R_2} + X\frac{dg}{fg\,du} + 1 = 0,$$

c'est-à-dire de la normale à (B) en B et de l'axe de courbure de la ligne ($u$).

» Ces propriétés intéressantes ont été établies géométriquement par M. Mannheim (*Comptes rendus*, 12 février 1872).

» Il est essentiel de remarquer que le paraboloïde en question ne détermine pas tous les éléments du second ordre de la développée, tandis que les équations générales des normalies à (B) et (C) permettent de traiter

tous les problèmes où n'entrent que ces éléments. Je vais en donner quelques exemples.

» *Équations des lignes de courbure.* — Si l'on suit une ligne de courbure de (B) la normalie est développable, tang$\theta$ est indépendante de $\xi$, d'où résulte

$$\frac{dn\,\frac{d\mathrm{R}_1}{du}+dv\,\frac{d\mathrm{R}_1}{dv}}{dv\,b(\mathrm{R}_2-\mathrm{R}_1)}=\frac{a\,du}{dv\,\frac{dg}{f\,du}-du\,\frac{df}{g\,dv}}.$$

Dans quel cas les lignes de courbure se correspondent-elles sur les deux nappes (B) et (C)? Il faut que les deux équations de ces lignes relatives à (B) et (C) soient identiques en $du$ et $dv$; on en conclut facilement que

$$\mathrm{R}_2-\mathrm{R}_1=\mathrm{K}:$$

*les deux rayons de courbure principaux de* (A) *ont une différence constante.*

» Si l'on veut que les lignes de courbure de (B) et de (C) correspondent à deux systèmes conjugués de (A), on trouve que *le rapport des deux rayons de courbure principaux de* (A) *doit être constant.*

» *Équation des lignes conjuguées.* — Soient deux directions déterminées par $du\,dv$ et $du'\,dv'$ conjuguées entre elles, le plan tangent en C à la seconde normalie est le plan central de la première. En exprimant cette condition, il vient

$$dv.dv'\,\frac{dg}{f\,du}\,\frac{d\mathrm{R}_1}{dv}+du.du'\,\frac{df}{g\,dv}\,\frac{d\mathrm{R}_1}{du}=0,$$

qui est l'expression cherchée.

» Si l'on veut qu'un réseau conjugué sur (B) corresponde toujours à un réseau conjugué sur (C), il faut que les rayons de courbure principaux $\mathrm{R}_1$ et $\mathrm{R}_2$ soient fonction l'un de l'autre; on en déduit cette conséquence intéressante :

» *Les asymptotiques des deux nappes* (B) *et* (C) *se correspondent lorsque les rayons de courbure de* (A) *sont fonctions l'un de l'autre.* On sait que dans ce cas les nappes (B) et (C) sont applicables sur des surfaces de révolution.

» Si l'on suppose que (A) soit une surface du second degré, le $ds^2$ étant mis sous la forme

$$ds^2=(\mu^2-\nu^2)\left[\frac{\rho^2-\mu^2}{(\mu^2-b^2)(c^2-\mu^2)}\,d\mu^2+\frac{\rho^2-\nu^2}{(\nu^2-b^2)(\nu^2-c^2)}\,d\nu^2\right],$$

l'équation des asymptotiques devient

$$\frac{3\,d\mu^2}{(\mu^2-b^2)(\mu^2-c^2)}+\frac{d\nu^2}{(\nu^2-b^2)(\nu^2-c^2)}=0,$$

qui s'intègre, puisque les variables sont séparées; il est remarquable que $\rho$ disparaisse de l'équation. Ce résultat a déjà été signalé par M. Darboux, à propos de surfaces dont il intègre les asymptotiques.

» Je crois avoir suffisamment montré, par ce qui précède, le parti que l'on peut tirer de l'équation des normalies à (B) et (C). Je termine en faisant une dernière remarque.

» Pour déterminer tout ce qui est relatif aux éléments du troisième ordre sur (A), il faut introduire, outre les normalies, la surface développable formée par les axes de courbure d'une surface quelconque tracée sur (A) ou les développées de surfaces ayant en (A) un contact du premier ou du second ordre. »

ACOUSTIQUE. — *De quelques applications de la règle à calcul acoustique.* Note de **M. G. Guéroult**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans toutes les formules où figure le nombre $n$ des vibrations d'un son, on peut remplacer $n$ par l'ordonnée de la courbe $y = a^x$ que porte la règle à calcul, dont j'ai donné le principe et l'usage (1). On trouve ainsi une relation où intervient l'intervalle qui sépare un son d'une tonique donnée, et qui permet d'utiliser les propriétés de la règle.

» *Exemple.* — On sait qu'en désignant par $n$ le nombre des vibrations d'une corde, par T sa tension, par $l$ sa longueur, par $\mu$ le poids de l'unité de longueur, ces quatre quantités sont liées entre elles par la formule

$$(1) \qquad n^2 = \frac{T}{4\mu l^2},$$

et, en désignant par $n_0$, $T_0$, $l_0$, $\mu_0$ les éléments correspondants de la corde tonique,

$$(2) \qquad n_0^2 = \frac{T_0}{4\mu_0 l_0^2},$$

d'où, divisant (1) par (2)

$$\frac{n^2}{n_0^2} = \frac{T}{T_0} \frac{\mu_0}{\mu} \frac{l_0^2}{l^2}.$$

» Or

$$n = y = a^x \quad \text{et} \quad n_0 = a^0 = 1;$$

on a donc

$$(3) \qquad a^{2x} = \frac{T}{T_0} \frac{\mu_0}{\mu} \frac{l_0^2}{l^2}.$$

(1) *Voir* le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 1330.

» Supposons maintenant qu'on veuille déterminer la longueur, ou la tension, ou la densité d'une corde sonore quelconque, par rapport aux quantités correspondantes de la corde tonique, la longueur, par exemple. En supposant, dans (3), $T = T_0$, $\mu = \mu_0$, $l_0 = 1$, et prenant les logarithmes, on a

$$x = -\log(l).$$

On obtiendra donc la longueur de la corde *sol*, par rapport à la corde *ut*, en prenant à gauche de cette dernière un intervalle égal à *ut* — *sol*, ou $0^m,176$, et on lira, sur le curseur, la valeur correspondante de l'ordonnée de la courbe, qui donne la longueur cherchée. Comme vérification expérimentale de ce qui précède, on n'a qu'à jeter les yeux dans un piano à queue ouvert. Les points d'attache, non en ligne droite, des cordes non *filées*, forment une courbe très-sensiblement identique à une portion de la courbe $y = a^x$, et dont la dissemblance très-faible ne peut être attribuée qu'à la présence des trois cordes répondant à chaque son, et à la différence des tensions. Pour les cordes graves *filées*, leurs extrémités forment aussi une portion de la courbe $y = a^x$, dont les ordonnées sont réduites par le fait de la différence de densité.

» De même, pour trouver la tension relative, la densité des cordes, etc.

» Indépendamment des applications de ce genre, qui se rencontreront en nombre égal au nombre de fois où *n* figure dans les formules de l'acoustique, la possibilité d'embrasser d'un coup d'œil une échelle *continue* de sons avec leurs intervalles permet de déduire de nombreuses propriétés, qui ne sauraient que difficilement apparaître à l'esprit, réduit aux seules forces du raisonnement et du calcul.

» C'est un fait bien connu, par exemple, que l'oreille est beaucoup moins difficile pour la justesse des intervalles graves que pour celle des intervalles aigus. Helmholtz attribue ce phénomène à une différence dans les portions de l'organe auditif chargées de percevoir les sons de différentes hauteurs. A la seule inspection de la courbe des sons, il semble que cette hypothèse ne soit pas nécessaire. En effet, la tangente de l'angle de la courbe avec l'horizontale, ce qu'on pourrait appeler la *pente* du chemin, croît comme l'ordonnée elle-même

$$\frac{dy}{dx} = a^x \log \text{nép}(a).$$

» Il suit de là que, pour emprunter les termes du langage usuel, dans le grave le son *monte moins vite* qu'à l'aigu; pour un même intervalle, deux

sons consécutifs aigus sont bien plus éloignés sur la courbe que les sons graves correspondants, et il est tout naturel que l'oreille les distingue mieux.

» Des considérations du même genre s'appliquent à la limite des sons graves ou aigus perceptibles. La courbe $y = a^x$ est, comme on sait, asymptote à la partie négative de l'axe des $x$. Il suit de là qu'à partir d'une certaine limite on peut la considérer comme sensiblement parallèle à cet axe. Dans cette région, le son ne *descend* plus; des vibrations en nombre variable peuvent bien donner encore à l'oreille cette *continuité* de sensation qui donne la sensation sonore, mais cette sensation sonore se confond nécessairement dans l'esprit avec celle à partir de laquelle on ne peut plus descendre.

» Pour les sons aigus, voici peut-être comment on pourrait expliquer la limite de nos perceptions. Admettons que, conformément à l'hypothèse de Helmholtz, des organes particuliers aient pour mission de vibrer sous l'influence de chaque son. Ces organes, quels qu'ils soient (Helmholtz avait d'abord attribué ce rôle aux fibres de Corti; dans la troisième édition de son livre, il suppose qu'il appartient aux fibres génératrices de la *membrana basilaris*), sont assimilables, dans une certaine mesure, à des cordes sonores. Sur la courbe des sons, qui est en même temps la courbe des longueurs de corde, on voit que, dans la région aiguë de la gamme, ces dernières ne présentent plus que des différences tout à fait imperceptibles; ce sont alors les différences de tension qui doivent entrer en jeu (au moins, par analogie avec ce qui se passe dans les cordes de piano). Or la tension croît comme le carré du nombre de vibrations, comme le carré de l'ordonnée de la courbe, c'est-à-dire très-vite. Elle doit donc très-rapidement dépasser la limite de résistance des tissus physiologiques.

» Pour terminer ce travail, la règle à calcul acoustique peut permettre d'apprécier les différentes gammes sous un point de vue différent de celui qui a été adopté jusqu'à ce jour. Prenons, par exemple, la gamme tempérée et la gamme naturelle. Dans la gamme tempérée, l'octave est partagée en douze parties égales; mais, précisément parce que ces distances, ces intervalles sont égaux, les différences de *hauteur* des ordonnées, différences qui, musicalement, se traduisent par les sons résultants, sont très-inégales et très-irrégulières. En disposant les sons de la gamme naturelle par accords parfaits, on voit les variations du son résultant se produire, au contraire, suivant une loi très-régulière; l'échelle procède par degrés, l'escalier procède par marches, dont la largeur est égale à une quinte pour chaque pen-

tacorde. La gamme naturelle et la gamme tempérée sont donc fondées toutes deux sur le principe de l'égalité, de la régularité de divisions; seulement, dans la première, cette régularité correspond à un phénomène *sensible*, le son résultant; tandis que, dans la seconde, l'égalité des intervalles facilite seulement la construction matérielle des instruments. Quant à la gamme pythagoricienne, où ni les intervalles ni les sons résultants ne procèdent par degrés égaux ou réguliers, c'est une échelle doublement boîteuse, qui n'a plus aucune raison d'être.

» Enfin, les considérations qui précèdent peuvent-elles s'appliquer, dans une certaine mesure, à tous les phénomènes vibratoires, et même, d'après le théorème de Fourier, à tous les phénomènes caractérisés par des mouvements périodiques? C'est ce que je laisse à de plus compétents le soin de décider. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle base organique dérivée des sucres.* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. Wurtz.

« On connaît un certain nombre de bases organiques artificielles renfermant de l'oxygène au nombre de leurs éléments. Ces composés ont été préparés au moyen d'alcools polyatomiques. Tels sont : 1° la glycéramine (1), obtenue au moyen des éthers chlorhydrique et bromhydrique de la glycérine; 2° les oxyéthyléniques (2), préparées au moyen de la chlorhydrine du glycol.

» J'ai également obtenu un alcali puissant, la dulcitamine $C^{12}H^{15}AzO^{10}$, en faisant réagir l'ammoniaque sur les éthers chlorhydrique et bromhydrique de la dulcite $C^{12}H^{14}O^{12}$. La composition de tous ces composés les rapproche des alcaloïdes naturels, et l'on peut vraisemblablement envisager ces derniers produits comme faisant partie de séries de bases organiques azotées et oxygénées dont les termes les plus simples sont précisément la glycéramine, l'oxyéthylamine et la dulcitamine.

» La dulcitamine est la base organique simple connue qui renferme la plus forte proportion d'oxygène au nombre de ses éléments.

» On prépare le chlorhydrate de dulcitamine en chauffant à 100 degrés pendant six heures 1 partie de dulcitane monochlorhydrique $C^{2}H^{11}ClO^{8}$ et 10 parties d'alcool saturé de gaz ammoniac. Il ne se sépare pas de sel

(1) Berthelot et de Luca, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLVIII, p. 317.
(2) Wurtz, *Bulletin de la Soc. chim.*, p. 112; Paris, 1859.

ammoniac. Le produit de la réaction est composé de chlorhydrate de dulcitamine, d'un peu de dulcitane et de chlorhydrate d'ammoniaque en quantité correspondante à la dulcitane régénérée. On sépare le chlorhydrate d'ammoniaque au moyen de l'alcool absolu; on ajoute ensuite de l'éther à la solution alcoolique de chlorhydrate de dulcitamine, de façon que les deux liquides ne se mélangent que très-lentement. On obtient le chlorhydrate de la base sous forme de longues aiguilles. La formation du chlorhydrate de dulcitamine a lieu d'après l'équation suivante :

$$C^{12}H^{11}ClO^{8} + H^{2}O^{2} + AzH^{3} = C^{12}H^{15}AzO^{8}HCl.$$

» Il y a fixation des éléments de l'eau et de ceux de l'ammoniaque, de sorte que l'on obtient un dérivé de la dulcite et non pas de la dulcitane. La même particularité se présente d'ailleurs dans la préparation de la glycéramine au moyen de l'épichlorhydrine.

» Le chlorhydrate de dulcitamine est très-peu soluble dans l'alcool éthéré; il est très-soluble dans l'alcool et dans l'eau. On ne l'obtient que très-difficilement à l'état cristallisé par l'évaporation de pareilles solutions. Sa solution aqueuse est neutre au papier de tournesol; elle a une saveur à peine sucrée.

» Le chlorhydrate de dulcitamine, traité par l'oxyde d'argent en présence de l'eau, fournit la dulcitamine à l'état libre. C'est une base puissante, qui déplace l'ammoniaque de ses combinaisons; ses solutions bleuissent énergiquement le papier de tournesol rouge; elles attirent l'acide carbonique de l'air; par l'évaporation, la dulcitamine se concrète sous forme d'un sirop incristallisable. Elle forme, avec les acides, des sels neutres difficilement cristallisables.

» La dulcitamine prend également naissance quand on fait agir l'ammoniaque sur la dulcite dichlorhydrique ou dibromhydrique. Il y a élimination de chlorhydrate ou de bromhydrate d'ammoniaque et fixation simultanée de deux équivalents d'eau

$$C^{12}H^{12}Cl^{2}O^{8} + 2\,AzH^{3} + H^{2}O^{2} - AzH^{4}Cl = C^{12}H^{15}AzO^{10}HCl.$$

» Le chlorhydrate de dulcitamine forme avec le chlorure de platine une combinaison très-soluble dans l'eau et dans l'alcool absolu, insoluble dans l'éther. Ce composé cristallise sous forme de longues aiguilles d'un jaune orangé; sa composition répond à la formule $C^{12}H^{15}AzO^{10}HClPtCl^{2}$. Le chloroplatinate de dulcitamine chauffé fond en se décomposant et en dégageant des vapeurs qui rappellent à la fin l'odeur du sucre brûlé et celle

de la corne brûlée; il reste un résidu très-volumineux de charbon et de platine.

» Le chlorure d'or fournit également un chlorure double, mais difficilement cristallisable.

» La dulcitamine approche par toutes ses propriétés de la glycéramine $C^6H^9AzO^4$, alcali dérivé de la glycérine. Le mode de formation de ces deux composés s'accomplit de la même manière. Ces faits établissent un nouveau rapprochement entre la glycérine alcooltriatomique et la dulcite alcoolhexatomique.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence du terreau sur l'ameublissement des sols.* Note de M. TH. SCHLŒSING, présentée par M. Peligot.

« La terre ameublie, c'est-à-dire divisée en particules laissant entre elles des interstices pour la circulation de l'air et de l'eau, ne pourrait conserver cet état, si les débris minéraux dont se compose chaque particule n'étaient agglutinés par quelque substance remplissant la fonction d'un ciment. L'argile est, dans les sols, le ciment par excellence, et j'ai montré dans une Communication antérieure qu'elle y demeure coagulée par les sels solubles de la terre, surtout par les sels calcaires, et que la présence de ces composés est une condition du maintien de l'ameublissement. Mais, pour suffire à ce rôle de ciment, l'argile doit atteindre une certaine proportion, qu'on peut déterminer par l'expérience. A cet effet, après l'avoir nettoyée par lévigation, on en pétrit des quantités calculées avec des poids constants de sable extrait d'une terre végétale et calciné, ou de calcaire, ou à la fois de calcaire et de sable. On laisse sécher jusqu'à ce que le mélange encore humide s'émiette sous les doigts, on l'introduit en cet état dans une allonge et on l'arrose, pendant trois ou quatre jours, très-lentement, avec de l'eau contenant deux à trois dix-millièmes d'un sel calcaire. Les particules sont-elles détruites par l'eau, la matière tombe en bouillie et devient presque imperméable; mais si les particules résistent, la matière garde son aspect et laisse passer l'eau indéfiniment. En opérant ainsi avec l'argile de Vanves, j'ai constaté qu'il faut au moins 11 d'argile dans 100 de sable pour constituer des particules capables de résister à l'imbibition totale; il en faut un peu plus pour cimenter la craie. Cette proportion ne doit pas être rigoureusement applicable à toutes les argiles, leur pouvoir comme ciments variant sans doute avec leur composition et leur provenance.

» Cependant beaucoup de sols, et des meilleurs, ne contiennent pas ce taux d'argile et conservent néanmoins l'ameublissement : l'argile ne doit donc pas être la seule substance capable de cimenter les éléments minéraux. A cet égard, l'expérience suivante est très-instructive. Me proposant, pour compléter l'analyse d'une terre, d'en extraire les acides humiques, j'en avais épuisé 500 grammes dans une allonge par l'acide chlorhydrique faible, et je commençais l'épuisement par une dissolution étendue de potasse, lorsque je vis les particules de terre, intactes jusque-là, se désagréger à mesure qu'elles étaient atteintes par l'alcali : bientôt l'opération devint impossible, une couche imperméable s'étant formée dans le haut de l'allonge. Ainsi la destruction des particules marchait de pair avec la dissolution des acides humiques. Je pensais dès lors que les humates, qui appartiennent à coup sûr à la classe des colloïdes, partagent la propriété commune chez ces corps de fonctionner à petites doses comme ciments. Cette hypothèse concordait avec le fait constaté par M. Chevreul que le sable de l'alios est agglutiné par une matière organique brune, et avec l'opinion très-répandue qui attribue au terreau la faculté de donner du corps aux terres légères. Sa vérification par la synthèse est bien simple : partant de la terre végétale ou du terreau, je prépare des humates de chaux, d'alumine, de fer; j'obtiens des pâtes brunes dont l'analyse m'apprend la composition, et que je mêle, sous des poids déterminés, avec du sable, de la craie, de l'argile. Je laisse sécher les mélanges jusqu'à ce que je puisse les réduire en particules : ils ressemblent alors, à s'y méprendre, à des terres naturelles. Introduits et tassés modérément dans des allonges, ils sont soumis pendant plusieurs jours à un arrosage très-lent, fait avec l'eau calcaire. Je me borne à résumer les résultats de nombreuses expériences exécutées de la sorte :

» 1° 1 pour 100 d'acide humique combiné à la chaux, ou à l'alumine, suffit pour constituer avec le sable, la craie, ou un mélange des deux, des particules résistant à un lavage prolongé.

» 2° Les divers humates insolubles m'ont paru posséder cette faculté à peu près au même degré.

» 3° Des mélanges ternaires de sable, craie et argile, dans lesquels la proportion d'argile serait trop faible pour maintenir les particules en présence de l'eau, acquièrent, avec 1 pour 100 de principe humique, une résistance indéfinie au lavage.

» La couche superficielle des champs est exposée à subir une dessiccation presque absolue, et à être broyée, en cet état, par piétinement ou par les outils de travail : il était intéressant d'étudier le colloïde humique dans de semblables conditions.

» 4° Si les terres artificielles contenant 1 pour 100 de principe humique sont séchées avant d'être soumises à l'arrosage, leurs particules résistent encore à la désagrégation par

l'eau; mais si elles sont séchées, puis broyées et éprouvées après qu'on leur a rendu l'état de particules par une imbibition convenable, elles présentent deux cas différents : les terres purement sableuses, calcaires ou sablo-calcaires ne résistent plus à l'eau quand elles ne contiennent que 1 pour 100 de principe humique; mais elles résistent bien quand elles contiennent 2 pour 100 : d'où l'on peut conclure que le colloïde humique, désagrégé après dessiccation, ne reprend qu'une partie de son pouvoir sous l'influence de l'humidité; je ne sais encore s'il le retrouve intégralement à la longue. Quand les terres contiennent de l'argile, même en petite quantité (je suis descendu jusqu'à 4 pour 100), 1 pour 100 de principe humique demeure suffisant, soit que le colloïde minéral supplée à ce qu'a perdu le colloïde organique, soit que tous deux contractent une combinaison qui résiste mieux que l'humate seul à la dessiccation.

» Les fonctions que les principes humiques remplissent dans les sols, en vertu de leur caractère de colloïdes, ne se bornent pas à celles qui ressortent du résumé précédent. On va voir en effet que l'argile est singulièrement modifiée par son mélange avec des humates. J'ai pétri avec de l'eau de l'argile de Vanves, pure ou additionnée de 2, 4, 6 pour 100 d'humate de chaux ou d'alumine : les pâtes séchées deviennent toutes fort dures; mais elles présentent des différences remarquables quand on les met au contact de l'eau : l'argile pure se résout en un mélange de poudre et de petits fragments qui se ressoudent quand on laisse sécher sans remuer, et donnent une masse passablement dure; les argiles qui contiennent des humates se résolvent aussi dans l'eau ; mais, après dessiccation, les particules reprennent d'autant moins de cohésion que l'humate est plus abondant; on dirait que celui-ci, s'interposant entre les particules, remplace, en partie, la soudure *à l'argile* par la soudure bien moins énergique *à l'humate*. On peut varier ce genre d'expérience; par exemple, réduire les argiles en poudre grossière, en former des couches d'égale épaisseur, et verser lentement de l'eau à la surface. On laisse sécher et l'on constate que les petites masses formées par l'argile contenant 4 pour 100 d'humate s'écrasent encore aisément, que l'argile à 2 pour 100 est plus résistante, qu'enfin l'argile pure a pris une cohésion bien supérieure. Au lieu de sécher les argiles pour les piler ensuite, on peut les découper encore humides en lames minces que l'on hache en petits fragments : les résultats sont semblables. On en peut conclure que le terreau, qui passe pour ameublir les terres fortes, n'agit pas seulement en contribuant à les diviser par ses débris organiques, mais encore en diminuant par ses humates la cohésion de l'argile.

» On trouvera peut-être que j'ai introduit, soit dans mes terres artificielles, soit dans mes argiles, des quantités d'humates exagérées. En prévision de cette objection, j'ai déterminé la perte d'azote que subissent des

terres végétales de composition différente, quand on en élimine les acides humiques. J'ai trouvé qu'elle s'élève à très-peu près à 50 pour 100; d'autre part, l'analyse des acides humiques extraits m'a donné de 5 à 6 pour 100 d'azote. D'après cela,

| | | | | | | Acide humique. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Une terre pauvre en azote, | en contenant | 1 millième, | possède | $\frac{1}{2}^{\text{mill}}$ | $\times \frac{100}{5.5} =$ | $9^{\text{mill}}$ |
| » ordinaire, | » | 2 | » | 1 | $\times \frac{100}{5.5} =$ | 18 |
| » riche en azote, | » | 3 | » | $1\frac{1}{2}$ | $\times \frac{100}{5.5} =$ | 27 |

» Quant à mes argiles, je puis dire que, si l'on compare les proportions d'azote dans les terres et dans les argiles qu'on en extrait par lévigation, on trouve celles-ci de deux à trois fois plus riches.

» En résumé, les humates répandus dans les sols me paraissent produire un même résultat, le maintien de l'ameublissement, soit dans les terres légères, en consolidant les particules, soit en formant obstacle à leur soudure, dans les terres fortes. Ces effets n'ont pas évidemment une persistance indéfinie, puisqu'il faut toujours en revenir au labour; mais ils n'en sont pas moins incontestables, et la propriété de donner au sol des colloïdes organiques doit être comptée au nombre des avantages précieux assignés au terreau par les chimistes qui l'ont étudié, notamment par de Saussure, M. Boussingault, M. Paul Thenard. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la poudre de blanchiment.* Mémoire de **M. F. Crace-Calvert**, présenté par M. Balard. (Extrait.)

« Sauf le remarquable travail de M. Balard (1), dont les recherches ont jeté une si vive lumière sur cette question, il n'existe aucune étude approfondie sur la composition de la poudre de blanchiment.

» ..... Le procédé d'analyse auquel je me suis arrêté est le suivant. On épuise par l'eau un poids connu de poudre de blanchiment, on obtient un résidu insoluble et la solution filtrée est traitée par un courant d'acide carbonique, qui n'attaque pas le chlorure de calcium, mais décompose l'hypochlorite. Lorsque toute la chaux de l'hypochlorite est précipitée, une partie se redissout à l'état de bicarbonate; il faut donc soumettre le liquide

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LVII; 1834.

à une ébullition prolongée, pendant laquelle le bicarbonate est décomposé. Le carbonate ainsi formé est recueilli sur un filtre, lavé et transformé en sulfate de chaux que l'on pèse et qui donne la quantité de chaux que contient l'hypochlorure. Le liquide filtré contient le chlorure de calcium non décomposé par l'acide carbonique; on peut, soit doser son chlore par le nitrate d'argent et en déduire le chlorure de calcium, soit obtenir directement ce composé en évaporant à siccité et en fondant la masse; ces procédés donnent les mêmes résultats.

» J'ai opéré sur différentes poudres provenant des fabriques les plus importantes de l'Angleterre....

» Il résulte de ces analyses qu'une série de poudre de blanchiment, de provenances diverses et même de fabrications diverses, donne à peu près les proportions de 1 partie d'hypochlorite de chaux pour 2 parties de chlorure de calcium. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau procédé pour obtenir la reproduction de dessins.* Note de **M. B. Renault**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« Si l'on trace, sur papier un peu fort et glacé, un dessin avec une encre collante, et si l'on passe sur les traits une poudre métallique (poudre de bronze du commerce) on obtient ainsi une espèce de planche qui permet de transporter les dessins les plus variés sur papier sensibilisé; ce papier se colore en noir par la réduction opérée par le métal pulvérulent.

» Comme on peut, en ramollissant l'encre par la vapeur d'alcool, renouveler la poudre métallique, quand elle s'est épuisée en réagissant sur le papier sensibilisé, je ne doute pas que l'on ne puisse tirer parti de ce nouveau genre d'impression. En transportant sur fort papier glacé le dessin fait ou l'écriture tracée, on peut en constituer une nouvelle planche et obtenir ainsi une reproduction redressée.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les premiers essais que j'ai faits dans cette direction, et qui ne sont pas aussi parfaits que ceux que je pourrai lui soumettre dans quelque temps.

» En remplaçant dans la photographie au charbon la poudre colorante par une poudre métallique, j'ai obtenu l'*impression* des épreuves sur papier sensibilisé. »

ZOOLOGIE. — *Sur le prétendu Crustacé au sujet duquel Latreille a créé le genre* Prosopistoma, *et qui est un insecte hexapode.* Note de **MM. N. Joly** *et* **E. Joly**, présentée par M. Milne Edwards.

« Signalé pour la première fois par Geoffroy, en 1799 (dans son *Histoire des insectes des environs de Paris*), sous le nom de *Binocle à queue en plumet;* appelé ensuite *Binocle pennigère* par Latreille; *Binocle pisciforme* par C. Duméril; baptisé plus tard (1833) par l'auteur des *Familles du règne animal* du nom de Prosopistoma, qu'il avait créé à l'occasion d'un petit animal de Madagascar très-voisin du *Binocle à queue en plumet* de Geoffroy; enfin, inscrit avec de très-prudentes réserves par M. Milne-Edwards, dans son *Histoire naturelle des crustacés*, l'être énigmatique qui fait le sujet de ce Mémoire a été retrouvé par l'un de nous (M. E. Joly), à Toulouse (vers la fin du mois de septembre 1868), dans cette partie du bassin de la Garonne qui baigne *l'île des Grands-Ramiers*, non loin de l'ancien *Château-Narbonnais.*

» Disons tout d'abord que notre animal n'est pas un crustacé, mais bien un véritable insecte hexapode, encore incomplétement développé, et très-probablement une larve aquatique, voisine de celle des vraies Éphémérines.

» Telle est du moins la conclusion à laquelle nous amènent toutes nos recherches, toutes nos dissections, bien que jusqu'à présent nous n'ayons pu suivre notre singulier insecte jusqu'à sa dernière morphose.

» Singulier, en effet, est bien le nom qui lui convient.

» Qu'on se figure une *Coccinelle*, dont le corps serait terminé par une queue garnie à son extrémité libre d'un élégant plumet; ou, mieux encore, que l'on s'imagine une tortue d'eau douce, à queue plumeuse et à six pattes fixées sur le plastron, et l'on aura une idée approximativement exacte de sa forme extérieure.

» Voici d'ailleurs la diagnose du genre *Prosopistoma*, telle que l'a donnée Latreille.

» Genre Prosopistome. Prosopistoma. — Corps ovoïdo-hémisphérique, recouvert presque entièrement par un bouclier divisé en deux segments : l'antérieur, plus petit, presque semi-circulaire, ayant en dessus deux yeux à réseau, écartés, et deux antennes très-petites, sétacées et simples, offrant en dessous deux paires de mâchoires, épineuses au bout, recouvertes par une lame semi-circulaire; second segment caréné longitudinalement dans son milieu, tronqué et échancré postérieurement. *Trois paires de pattes* filiformes, simples et mutiques, insérées sur les côtés d'un plastron triangulaire, appliquées sur les côtés de la poitrine et

coudées. *Abdomen* en forme de petite queue, composée de quatre segments, dont le dernier aplati, presque semi-circulaire, portant des filets branchiaux et rétractiles (1). »

» La diagnose qui précède, bien qu'assez exacte, ne convient pas en tous points à notre animal toulousain : elle renferme même quelques erreurs et quelques lacunes qu'il nous semble utile de signaler ici.

» 1° Les yeux situés de chaque côté et vers la base du bouclier céphalique ne sont pas des yeux à réseau, ou du moins ils ne méritent pas encore ce nom, attendu que la cornée qui les recouvre forme une espèce de verre convexe, sans aucune facette bien visible.

» 2° Outre ces yeux latéraux, il en existe trois autres plus petits, disposés en triangle, que Latreille n'a pas vus, mais dont il soupçonnait l'existence, puisqu'il invitait les naturalistes qui pourraient étudier ces CRUSTACÉS (*sic*) sur le vivant à vérifier ses conjectures à cet égard.

» 3° Latreille n'a vu ni la lèvre inférieure ni sa pulpe, mais, sauf cette omission, il a bien décrit la structure de la bouche, qui est évidemment celle d'un insecte broyeur.

» 4° Les filets qui terminent l'abdomen ne sont point branchiaux. Il est vrai qu'ils servent à la respiration, mais d'une manière toute mécanique, ainsi que nous l'expliquons dans le *Mémoire* dont nous donnons ici un simple extrait.

» 5° Enfin Latreille ne mentionne ni les houppes *pseudo-branchiales*, ni les *cœcums trachéens* que nous avons découverts sous le bouclier thoraco-abdominal, et qui, à eux seuls, suffiraient pour fixer, *d'une manière certaine*, la place du prétendu Crustacé de Latreille et de Geoffroy parmi les vrais insectes.

» 6° La structure de la bouche, la présence des tubes de Malpighi annexés au canal digestif, l'existence de cinq yeux lisses, comme chez les larves d'ÉPHÉMÉRINES; les trois paires de pattes, très-analogues de forme à celles de ces dernières; l'abdomen composé aussi, comme chez elles, de *neuf* segments (et non de *quatre*), dont les cinq premiers sont *exceptionnellement* et intimement soudés entre eux; les trois soies barbelées qui le terminent, comme chez les vraies *Ephemera;* tout cet ensemble de caractères *essentiellement entomologiques* vient corroborer notre manière de voir. Nous le répétons donc avec la plus entière conviction : pour nous, le *Binocle à queue en plumet* de Geoffroy, le *Binocle pennigère* et le *Prosopistoma punctifrons*

---

(1) LATREILLE, *Description d'un nouveau genre de Crustacés.* (*Nouvelles Annales du Muséum d'histoire naturelle*, t. II, p. 33.)

de Latreille, le *Binoculus piscinus* de C. Duméril; enfin, le petit animal trouvé par nous à Toulouse, appartiennent à une seule et même espèce et sont de *vrais insectes.* »

PHYSIOLOGIE. — *Démonstration expérimentale de l'action des boissons dites spiritueuses sur le foie.* Note de **M. Z. Pupier**, présentée par M. Claude Bernard.

« Nous avons étudié, sur des poulets et des lapins, les effets de l'usage prolongé de l'absinthe, du vin rouge, du vin blanc, de l'alcool, et nous avons obtenu certaines lésions du foie qu'on observe chez l'homme.

» Dans une première série, expériences de tâtonnement qui remontent à décembre 1868, nous soumettons huit poulets (espèce bressane), âgés de six mois environ, au régime de l'absinthe, du vin blanc et du vin rouge. Ces différents liquides étaient pris spontanément depuis deux mois et demi, lorsque nous constatons une hypertrophie considérable de la crête, seulement chez les sujets abreuvés au vin rouge et au vin blanc; les papilles vasculaires sont tuméfiées au point de recouvrir les yeux des animaux. En les tuant vers cette date, nous ne trouvons aucune lésion organique bien marquée; à la coupe des crêtes, la rougeur ne persiste pas audelà des bords; le tissu est, comme à l'état normal, d'un blanc laiteux, sans trace de matière amyloïde. Conservés depuis trois ans dans l'alcool, ces organes accusent, malgré la rétraction due à ce liquide, un développement remarquable.

» Dans une deuxième série (décembre 1869), nous prenons neuf poulets (espèce rustique de la Haute-Savoie), âgés de six mois; ils sont également soumis à l'absinthe, au vin rouge, au vin blanc et à l'eau ordinaire comme terme de comparaison. Leur régime solide consiste en maïs, blé noir, rarement en pain détrempé ou panade; ils sont dans une cage assez vaste, exposés à une lumière suffisante, dans de bonnes conditions hygiéniques. Après quatre mois et demi, un certain nombre de ces animaux est sacrifié et présente des résultats consignés plus loin; les autres, gardés jusqu'au 20 septembre 1869, auront subi une expérience de dix mois.

» Ces derniers ont eu à supporter un été très-chaud; le poulet à l'absinthe présentait une maigreur extrême, sa plume terne était cassée, pendante, la lame supérieure du bec dépassait l'inférieure de $0^{m},025$, l'ergot offrait deux fois le volume d'un crayon ordinaire et mesurait $0^{m},045$ de longueur; il est mort dans une réduction squelettique, tout en buvant l'absinthe jusqu'au dernier jour.

» Le poulet au vin rouge n'a jamais été vigoureux; la crainte de le perdre l'a fait sacrifier un mois plus tôt. Les poulets au vin blanc et à l'eau n'ont rien présenté de particulier.

» Notre troisième série d'expériences a trait au lapin. Vers le 10 janvier 1872, cinq animaux de cette espèce, âgés de sept mois, sont soumis au régime de l'absinthe, du vin rouge, du vin blanc et de l'alcool. Le dernier, gardé comme terme de comparaison, suit un régime naturel. Les aliments solides, uniformes pour tous, consistent en légumes herbacés, en débris de pommes de terre et de fruits.

» Au bout de cinq jours, les lapins à l'absinthe et à l'alcool meurent; ils sont remplacés par deux autres qui sont poussés, celui de l'absinthe à trente-six jours, celui de l'alcool à cinquante-deux jours; les autres sont sacrifiés le 5 avril, après environ trois mois d'expérience. Pendant la vie, point de phénomène spécial à noter.

» Les lésions les plus caractéristiques appartiennent à la deuxième série. Nous les aurons exclusivement en vue.

» L'examen anatomique, fait en commun avec le M. Léon Tripier, nous a permis de constater les résultats suivants :

» Chez *le poulet à l'absinthe*, émaciation extrême; muscles atrophiés, réduits à leur gaîne fibreuse; le foie est dur, résistant, paraît diminué de volume; inégalités sur ses deux faces, nombreuses dépressions blanchâtres; les parties intermédiaires sont d'un rouge brun. Au microscope, dilatation considérable des vaisseaux remplis de granulations qui s'épanchent à la périphérie des lobules; compression et dégénérescence extrême des cellules hépatiques.

» Chez *le poulet au vin rouge*, le panicule graisseux persiste, mais les muscles sont pâles, décolorés; le foie, d'une couleur jaune clair, est mou, pâteux; il huile la lame du scalpel. Au microscope, les cellules hépatiques sont considérablement agrandies, plus rondes qu'à l'état normal; elles sont remplies de granulations analogues à celles qu'on observe dans l'inflammation parenchymateuse au début; çà et là, de grosses gouttes graisseuses.

» Chez *le poulet au vin blanc*, tissu graisseux sous-cutané. Les muscles n'offrent pas d'altération notable. Le foie, assez coloré, est ratatiné à sa face inférieure et au niveau des bords sur des coupes histologiques; ce qui frappe, c'est la dilatation vasculaire, offrant trois ou quatre fois les dimensions ordinaires par rapport aux cellules qui ont subi une dégénération atrophique.

» Chez *le lapin à l'alcool*, rien du côté du réseau; les cellules semblent

altérées et contiennent deux ou trois noyaux autour des canaux biliaires, noyaux plus abondants de tissu conjonctif.

» Chez les poulets de la première série et chez les lapins, on trouve les mêmes lésions, les mêmes différences; toutefois, elles sont moins accusées.

» Pour résumer, il nous a semblé que l'absinthe portait sa lésion primitive sur le stroma, sans toutefois produire du tissu connectif nouveau, ni la sclérose des parois vasculaires; cette néoplasie entrevue n'a pas été confirmée. Quant au vin rouge et au vin blanc, à l'alcool, leur lésion se produirait plutôt dans le plasma, le parenchyme hépatique.

» Nos interprétations resteront donc suspendues, jusqu'à ce que des résultats nous permettent d'être plus affirmatifs. Nous reprenons nos expériences sur les animaux, espérant bientôt combler ces lacunes de nos recherches. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Batraciens anoures à petits et à gros têtards;* Note de **M. S. Jourdain**, présentée par M. Blanchard.

« Tous les erpétologistes connaissent la curieuse particularité présentée par un Batracien anoure de la Guyane, le *Pseudis de Mérian*, dont le têtard énorme donne naissance à une forme sexuée de taille beaucoup moindre, circonstance exceptionnelle qui avait fait admettre par M[lle] de Mérian une transformation du Pseudis adulte en têtard ou, comme elle disait, en poisson. Les observations auxquelles je me suis livré sur le développement des Anoures m'ont permis de reconnaître des faits analogues chez plusieurs de nos espèces françaises. Les têtards de *Pelodytes punctatus*, d'une de nos grenouilles, la *Rana viridis*, et surtout ceux de nos deux *Pelobates*, deviennent rapidement très-gros, puis, à mesure qu'ils perdent leurs caractères de larve, diminuent de grosseur de manière à donner naissance à une forme sexuée qui, au début, est beaucoup plus petite que le têtard dont elle procède. J'ai dû m'appliquer à rechercher les conditions biologiques auxquelles étaient liées ces différences de taille chez les têtards des Batraciens anoures.

» Les espèces à petits têtards peuvent être comparées aux insectes à métamorphoses incomplètes; celles à têtards volumineux offrent de l'analogie avec les insectes à métamorphoses complètes.

» Les premières se nourrissent et croissent d'une manière régulière et graduelle, pendant toute leur vie, jusqu'à ce que l'adulte ait acquis sa taille

normale et définitive. Elles grandissent et se complètent peu à peu, comme le ferait un hémiptère, par exemple.

» Les secondes se comportent différemment. A leur sortie de l'œuf, les têtards croissent rapidement et acquièrent vite une taille considérable, comme le ferait la chenille d'un lépidoptère, à laquelle on peut les comparer durant cette première période, qu'ils emploient à se constituer en tissus une ample réserve nutritive. Dans une deuxième période, ils prennent peu ou point d'aliments, mais la réserve alibile est dépensée et utilisée pour la constitution des parties de nouvelle formation, ainsi que pour la ration quotidienne d'entretien. En somme, leur volume diminue : physiologiquement, ils deviennent carnivores, comme le seraient des herbivores soumis à l'abstinence; l'animal se nourrit de sa queue et des autres parties qui se résorbent ou perdent de leur importance. C'est cette période remarquable que j'ai assimilée, avec des restrictions que chacun fera, à l'état de nymphe des insectes à métamorphose complète : à ce moment, en effet, l'animal *se nourrit* des matériaux emmagasinés par la larve, et en constitue les parties caractéristiques de l'être sexué.

» Dans les Anoures à petits têtards, une réserve de matériaux alibiles est d'abord constituée dans l'œuf, pour le développement de la forme asexuée, laquelle à son tour doit pourvoir journellement à son entretien et acquérir, jour par jour, les éléments plastiques et autres nécessaires à la constitution de l'animal parfait.

» Dans les Anoures à gros têtards, une première fois aussi les matériaux alibiles sont emmagasinés dans l'œuf, puis l'animal, sous sa forme asexuée, par l'acte de l'assimilation nutritive, se crée une deuxième réserve qui sera mise à profit pour la formation du Batracien sexué.

» Les phénomènes particuliers présentés par les Batraciens à gros têtards sont peut-être en rapport avec la double ponte annuelle qu'ils effectuent. Ces têtards, nés en automne, passeraient la saison rigoureuse sans prendre de nourriture, et se trouveraient aptes à se constituer à l'état d'animal parfait vers la fin de l'hiver. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur les lois des cyclones et des tempêtes et sur leur représentation géométrique.* Note de **M. Fron**, présentée par M. Delaunay.

« La météorologie, et en particulier l'étude des orages et des tempêtes, a fait des progrès considérables dans les trente dernières années. Depuis

le moment où Loomis construisait pour la première fois des cartes synoptiques d'Europe et d'Amérique, où Maury, Quételet réunissaient la conférence de Bruxelles, où Buys-Ballot énonçait la loi qui lui servait à prédire les coups de vent dans les Pays-Bas, où Le Verrier organisait la météorologie télégraphique à l'Observatoire de Paris, se sont produits les travaux de Marié-Davy, de Buchan et Mohn, Meldrum et R. Scott, Jelinek et Francis Galton, Poincaré, Peslin, Coumbary, tandis que les physiciens de l'Observatoire de Paris continuaient patiemment et sans s'arrêter un seul jour la discussion de cartes quotidiennes résumant les documents d'Europe, d'Asie et d'Amérique.

» De ces discussions, de l'étude des travaux sur les cyclones publiés par Reid, Redfield, Espy, Piddington, Dove, Keller, Andrau, de Vaneechout, Sonrel, Baille, de l'examen comparatif des Atlas publiés par l'Observatoire de Paris, par l'Institut de Christiania, et de celui des cartes construites par Meldrum, Scott, Buchan, est résultée pour nous une conception générale du cyclone et de son mouvement, déjà énoncée dans l'Atlas de 1867 et qui depuis ce moment nous a donné l'explication d'un grand nombre de faits nouveaux et intéressants présentés par les cartes. Cette conception, hâtons-nous de le dire, ne peut être considérée comme l'expression rigoureuse des faits tels qu'ils se passent dans la nature, mais comme une idée théorique facilitant les études d'ensemble et devant elle-même servir de base à des discussions ultérieures qui pourront l'affermir ou l'ébranler.

» Si l'on considère l'ensemble des positions que peuvent occuper à un moment donné les masses aériennes, entraînées par un cyclone, cet ensemble, embrassant un espace annulaire de grande étendue, offrant un calme central et une région périphérique également calme, peut être considéré comme contenu dans une surface enveloppe assimilable, comme *première approximation, à un tore*. Ce n'est là, bien entendu, qu'une première approximation permettant d'expliquer de la manière la plus simple possible les phénomènes observés, de les réunir dans un énoncé unique, enfin et surtout de fixer les idées sur un corps bien défini, bien connu en géométrie. D'ailleurs les considérations que nous allons présenter aujourd'hui sur le mouvement du cyclone, étant d'un ordre tout à fait général, s'appliqueront aussi bien à tout autre corps tournant qu'à un tore, elles ne présument rien sur la nature de la surface, mais supposent seulement que cette surface reste identique à elle-même pendant le temps où nous la considérons. Cette dernière hypothèse n'est évidemment pas vraie; elle est contraire à l'opinion émise par divers météorologistes, qui admettent que

de l'air nouveau est à chaque instant entraîné dans le cercle d'action du météore. Entre ces deux extrêmes se trouve probablement la vraie solution du problème, mais la première hypothèse conduit à l'explication naturelle d'un si grand nombre de faits, qu'il nous a semblé utile de la développer en l'admettant d'abord d'une manière absolue.

» Figurons-nous donc un cyclone comme un système invariable, arrivant avec une certaine vitesse sur nos côtes d'Europe, par exemple, et demandons-nous le chemin que parcourt chaque masse d'air entraînée par lui et soumise à la fois à son mouvement de translation et à son mouvement de rotation, en même temps qu'au mouvement diurne d'entraînement. Pour cela, supposons que le cyclone soit amené d'une position à la position voisine par la superposition de deux mouvements, savoir : un mouvement de *translation* du centre de gravité et de toutes les molécules aériennes qui le constituent suivant des trajectoires parallèles à celle du centre, puis un mouvement de *rotation* du système tout entier autour de ce même centre de gravité.

» *Mouvement de translation.* — Le centre de gravité du système se meut comme un projectile lancé horizontalement à la surface de la Terre. Il devra donc décrire une sorte de parabole; c'est en effet la forme de trajectoire la plus ordinaire des cyclones : c'est celle qui a été constatée dans les cyclones du 17 août 1827, du 23 juin 1831, du 10 août 1831. Ce fait est tellement connu, qu'il est inutile de multiplier les citations, de compléter cette liste et d'y ajouter d'autres cyclones ayant atteint l'Europe et ayant continué leur trajectoire parabolique dans le nord, le centre et le sud du continent, persistant à l'état de cyclone parfaitement déterminé pendant douze jours quelquefois, et n'étant perdus souvent qu'à cause du manque d'observations dans les régions atteintes. Quelques causes peuvent modifier la courbe : citons seulement l'action que peut exercer la présence soudaine d'un autre cyclone qui vient englober le premier, l'action solaire, et aussi l'influence des élévations du sol. Cette influence est facile à prévoir, elle est mise en évidence en traçant les trajectoires sur une carte d'Europe avec courbes de niveau, ainsi que nous l'avons fait déjà pour l'étude des orages en France, en 1865.

» En résumé, l'assimilation du cyclone à un système invariable tournant est vérifiée *à posteriori* par les faits que nous révèle l'étude des trajectoires des mouvements tournants aériens; elle donne l'explication *généralement admise* du demi-cercle dangereux et des manœuvres conseillées par les marins pour l'éviter.

» *Mouvement de rotation.* — Il est défini à chaque instant par la direction de l'axe instantané de rotation et sa vitesse $\omega$. Considérons l'ellipsoïde central des moments d'inertie correspondant au cyclone. On sait que l'axe instantané de rotation est un des rayons vecteurs de cet ellipsoïde, et que la longueur de cet axe est proportionnelle à la vitesse de rotation $\omega$. D'ailleurs, cet ellipsoïde, qui est lié invariablement au cyclone, se meut en restant constamment tangent à une courbe fermée que les circonstances initiales du mouvement permettent de définir. L'axe instantané de rotation entraîné par cet ellipsoïde décrira donc dans l'espace un cône ayant pour sommet le centre de gravité du corps. Ce cône mobile, dont on peut obtenir l'équation, roule d'ailleurs sans glissement sur un autre cône fixe défini également par son équation. La rotation de ces deux cônes l'un sur l'autre permet de fixer aux divers instants qui suivent l'instant considéré quelle est la position de l'axe instantané du cyclone dans l'espace. D'ailleurs, la vitesse de rotation autour de cet axe instantané est à chaque instant proportionnelle à la longueur du demi-diamètre de l'ellipsoïde central correspondant.

» Ces considérations permettent de faire rentrer dans une explication générale certaines singularités constatées dans la marche des cyclones. Souvent, par exemple, au lieu de décrire une courbe parabolique, le centre de dépression, qui n'est autre que la trace de l'extrémité de l'axe, semble décrire à la surface de l'Europe une portion de spirale s'enroulant autour de la courbe tracée par le centre de gravité. C'est ce que nous montrent les cartes du 23-27 février, du 3 au 12 décembre 1865..., et, pour prendre un exemple plus récent, la dépression suivie dans le nord de l'*Europe* du 20 au 24 avril 1872 (1).

» Ce mouvement conique de l'axe fait que le cyclone frotte contre les surfaces terrestres (ou les couches d'air interposées) tantôt par le bord septentrional, tantôt par le bord méridional, tantôt par les régions intermédiaires, et à chacune de ces positions se lie une région dangereuse située dans l'azimut correspondant. Un grand nombre de coups de vents de directions anomales proviennent d'une cause analogue. Citons, par exemple, les coups de vent d'est de l'océan Atlantique nord, qui avaient été déjà expliqués en admettant un cyclone à axe horizontal. Citons aussi, dans l'hémisphère sud,

---

(1) Cette dépression avait en effet son centre le 20 sur l'Irlande, et le 21 près du Havre, ayant marché du nord-ouest au sud-est. Le centre recule ensuite vers l'ouest et se trouve, le 22, près des îles Scilly; remontant, le 23, vers le canal Saint-Georges, il se dirige enfin, le 24, vers l'Islande, ayant décrit une sorte de boucle, fait qui est assez commun dans ces parages.

certaines tempêtes du Cap de Bonne-Espérance, étudiées par le commandant Andrau. Ce savant devait d'ailleurs être nommé à cette occasion, car c'est lui qui, le premier, énonça cette opinion que la région dangereuse située au sud d'un cyclone marchant vers le nord est due au frottement de la partie méridionale du cyclone contre le sol. Il expliquait ce frottement par la *persistance du plan de rotation* du cyclone; notre interprétation est plus complexe, il est vrai, mais plus générale; elle comprend tous les cas. Elle explique encore, en effet, le cas assez fréquent où la portion dangereuse est l'azimut nord, alors que le cyclone reste immobile ou se meut suivant une parallèle terrestre. Elle se prête d'ailleurs parfaitement à l'interprétation de tous les cas particuliers signalés dans la nature, et que mettent en évidence les cartes publiées par l'Observatoire de Paris. Nous ne pouvons entrer dans l'examen détaillé de ces cas particuliers, ce qui nous entraînerait trop loin.

» Il suffit ici d'avoir posé les deux principes qui nous guident dans la discussion des cyclones et des phénomènes concomitants, principes qui consistent à remplacer la considération du cyclone par celle du *tore* orageux ou tempêtueux, et la considération du cyclone ou du tore par celle de l'*ellipsoïde central des moments d'inertie correspondants*. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éruption actuelle du Vésuve.* Lettre de **M. Guiscardi** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Naples, 23 mai 1872.

« Je prends du bienveillant reproche, au bas de la page 1298 (*Comptes rendus*), la petite partie qui, peut-être, m'appartient, et je me hâte de vous renseigner sur ce que j'ai *vu*, le 14 courant.

» Il n'y a plus de plateau au sommet du Vésuve. Scories, lapilli, cendres ont tout égalisé ici comme en bas, de sorte que la pente extérieure du cône adventif se fond avec celle du grand cône.

» Le cratère du cône adventif est allongé à peu près du NNO au SSE (1). De ce dernier côté, la paroi du cratère est, en partie, celle du cône qui existait déjà. Le cratère est partagé en deux par une sorte de muraille, bien plus basse que les bords du cratère et presque dans la direction contraire à celle de son allongement; ce qui reproduit la disposition de 1850 que vous connaissez.

---

(1) C'est par une erreur typographique, qui m'a échappé, qu'il est dit au *Compte rendu* (p. 1298) que la fissure de l'éruption s'est ouverte sur le flanc SO du grand cône: c'est au NO qu'il faut lire. (Ch. S.-C. D.)

» Le gouffre au S est moins grand que l'autre; il est très-irrégulier et de ses bords se projettent des crêtes vers son milieu.

» L'autre gouffre a une échancrure bien large et profonde, presque au N, là où était jadis un petit cône marginal (voyez *Zeitsch. d. deuts. Geolog. Gesell.*, pl. XVIII), qui certainement a disparu par suite de la dernière éruption.

» La paroi E, presque verticale, du gouffre est composée, de bas en haut, de bancs horizontaux de laves, qui alternent avec des bancs de scories ; les laves y prédominent. Sur le bord, il y a des couches de cendres, ce qui est bien naturel. Abstraction faite des dikes, que je n'y ai pas vus, cette paroi ressemble beaucoup aux escarpements du mont Somma.

» Au-dessous de l'échancrure, il y a sur le grand cône un large ravin, dont le flanc E se montre comme une coupe faite dans le cône par un plan passant par son axe. On ne voit pas bien quelle roche existe à la base; en haut, ce sont des laves et des scories, inclinées en dehors. Les scories en forment la plus grande partie. Je pense que cette paroi est le prolongement de celle du gouffre. Le fond du ravin est une surface plane, unie, inclinée de 45 degrés à peu près; on n'y voit que des cendres. On cherche en vain l'autre flanc du ravin, car la surface qui en forme le fond va se confondre avec celle du grand cône.

» Avant d'arriver à la base du ravin, on rencontre dans l'Atrio un monticule allongé, comme un toit à deux pans, dont la crête a une direction voisine de EO et la longueur d'une centaine de mètres. Ses flancs sont couverts de cendres comme le fond du ravin.

» Le long de la pente extérieure du petit gouffre, à partir du bord, il y a une fissure étroite, apparemment opposée à l'échancrure de l'autre gouffre. La température y est assez élevée et la couleur jaune prédomine dans les sublimations. C'est de cette fissure que vers $3^h 30^m$ du soir, le 24 avril, une lave est sortie et, bientôt arrivée au bord du grand cône, a continué à couler sur son dos. J'ai vu cela, car j'étais avec MM. A. Heim et J. Zervas, à étudier les dikes du mont Somma. Ceci a été le premier acte de la grandiose éruption qui a coûté la vie à plusieurs curieux qui, dans la nuit du 25 au 26 avril, étaient à l'entrée de l'Atrio à y voir les laves qui coulaient déjà, ou commencaient à couler, des deux côtés des *Canteroni* et par conséquent dans la *Vetrana* et sur le *Piano delle Ginestre*.

» On ne voit pas clairement d'où ces laves sont sorties, à cause des lapilli et des cendres de beaucoup d'épaisseur, mais variable suivant les lieux, qui ont tout couvert. On reconnaît les laves récentes à leur chaleur, aux

sublimations seulement; mais tout porte à croire qu'elles sont sorties de l'échancrure du gouffre, de la fissure du cône qui est représentée par le ravin que j'ai déjà décrit.

» Les cendres sont blanchâtres, et, à cet égard, elles n'ont rien à faire avec les cendres noirâtres propres du Vésuve. Les laves sont d'un gris noir, des points blancs très-petits annoncent la leucite; les cristaux d'augite, vert-bouteille, y atteignent la longueur de 6 millimètres. J'en ai recueilli d'isolés dans les cendres sur la pente du cône.

» Depuis janvier 1871 jusqu'à la dernière éruption, la quantité de vapeur sortie du cratère, surtout du petit cône marginal, a été énorme.

» L'abondance des cendres, les mugissements ont caractérisé l'éruption d'avril 1872. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Bolides observés en Piémont le soir du 24 avril 1872.* Note du **P. Denza**, présentée par M. Le Verrier.

« Le bolide vu à Agde par M. Perris (*Comptes rendus,* 29 avril 1872) est apparu aussi à Moncalieri et à Mondovi. L'heure de l'apparition a été chez nous à peu près la même qu'à Agde, c'est-à-dire à $8^h 24^m$ en temps moyen de Paris.

» A Mondovi, on n'a pu déterminer avec précision le chemin du météore; mais à Moncalieri nous avons soigneusement tracé la position de sa trajectoire. En effet, nous avons vu le météore s'allumer dans le Cancer, audessus de $\alpha$ de cette constellation; ensuite, il a traversé l'Hydre, passant entre la tête de cette constellation et Procion; enfin, le bolide est allé s'éteindre dans le Monocéros. Voici la position du commencement et de la fin de la trajectoire :

| | Ascension droite. | Déclinaison. |
|---|---|---|
| Commencement............. | 137° | + 17° |
| Fin...................... | 115,5 | − 9 |

» Le diamètre apparent du *nucleus* a été estimé, à Moncalieri, à peu près à deux fois celui de Jupiter; à Mondovi, le cinquième du diamètre lunaire. Sa clarté était très-vive, de sorte qu'elle a éclairé les maisons environnantes.

» Le bolide était suivi par une traînée très-brillante. Il marchait trèslentement. Sa couleur était d'abord rouge, ensuite verte, très-délicate.

» Un deuxième bolide a été observé en Piémont, le soir même du

24 avril, à Volpeglino, près de Tortoni, par M. Maggi, directeur de l'Observatoire météorologique.

» Le météore apparut, à $9^h 54^m$ en temps moyen de Paris, dans l'étoile $\theta$ de l'Auriga, et finit sa course à peu de distance de $\beta$ de Cassiopée. La position apparente de son chemin, dans la sphère céleste, est la suivante :

| | Ascension droite. | Déclinaison. |
|---|---|---|
| Commencement............ | 87° | + 37° |
| Fin..................... | 351 | + 58 |

» Le bolide marchait avec peu de rapidité, et, arrivé à moitié de sa course, c'est-à-dire dans la constellation de la Girafe, s'arrêta subitement pendant plus de deux secondes.

» Sa grosseur apparente était à peu près les deux tiers de ce que paraît être la Lune lorsqu'elle passe au méridien. Le noyau ressemblait à une poire très-allongée : il était d'une couleur blanc argenté très-vive, avec une longue traînée blanchâtre.

» Une belle aurore polaire a été vue, le soir du 9 courant, à Moncalieri et à Aoste, et plusieurs phénomènes auroraux ont été observés pendant ces jours derniers à Moncalieri, Aoste, Volpeglino, Mondovi, Gênes (1). »

MINÉRALOGIE. — *Production d'un phosphure de fer cristallisé.* Note de **M. Sidot**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences un nouveau phosphure de fer cristallisé, jouissant à un très-haut degré des propriétés magnétiques. Pour obtenir ce phosphure de fer, je commence par faire passer de la vapeur de phosphore en excès sur du fil de clavecin entassé dans un tube de porcelaine, qui est chauffé au rouge clair. A cette température, le phosphure ne tarde pas à s'unir au fer pour former un phosphure cassant et assez fusible, d'un aspect métallique très-prononcé.

» J'ai répété plusieurs fois cette opération, dans le but d'obtenir une plus grande quantité de phosphure de fer, aussi pur que possible. Après avoir recueilli ainsi plus de 1 kilogramme de la substance, je l'ai calcinée à plusieurs reprises dans un creuset ordinaire, afin de chasser une partie du phosphore et de le ramener à un degré inférieur de phosphuration; puis

(1) Le 29 avril, une nouvelle pluie de sable est tombée en Sicile, à Messine et à Syracuse. Elle était peu importante.

j'ai coulé la matière en fusion dans un têt à rôtir, chauffé à l'avance pour en éviter la rupture.

» Le phosphure de fer, ainsi fondu et refroidi, se présente sous la forme d'une masse métallique ayant l'apparence de la fonte; mais si l'on vient à briser cette masse, on trouve l'intérieur de certains morceaux tapissé de très-beaux cristaux, dont la forme est celle du prisme droit à base carrée; ils atteignent près de 1 centimètre de longueur. Ces cristaux sont quelquefois d'un blanc d'acier, mais, le plus souvent, ils sont irisés et d'une très-grande dureté, comparable à celle de l'acier.

» La composition de ce phosphure de fer est représentée par la formule $Fe^8Ph$. Il contient en effet, comme moyenne de deux analyses très-concordantes :

| | Calculé. | Trouvé. |
|---|---|---|
| Ph............. | 12,1 | 12,0 |
| Fe.............. | 87,9 | 87,3 |

» Il y a en outre une petite quantité de silicium, 0,5 pour 100, qui provient soit du fer employé, soit de la porcelaine, ou même du creuset dans lequel le phosphure a été fondu plusieurs fois.

» On ne connaît, je crois, aucun phosphure de fer de cette composition. Le plus riche en fer de tous ceux que l'on a préparés jusqu'ici est le phosphure $Fe^6Ph$, obtenu par M. Hvoslef, en chauffant fortement sous le borax le phosphure $Fe^2Ph$. Mais le phosphure n'est pas magnétique, et n'a été obtenu que sous forme de culot cassant à cassure grenue, tandis que mon phosphure est nettement cristallisé.

» Le seul phosphure magnétique dont il soit fait mention dans les *Traités de Chimie* (Pelouze et Fremy, t. III, p. 186), aurait été obtenu en chauffant ensemble un mélange de vivianite en poudre, d'oxyde de fer et de charbon. Il constituait un composé blanc, très-dur, contenant 14,25 pour 100 de phosphore. Sa composition le rapprochant beaucoup du précédent, qui en contient 15 pour 100, on peut penser qu'il contenait, à l'état de liberté, du fer qui lui communiquait ses propriétés magnétiques.

» L'analyse du phosphure $Fe^8Ph$ se fait très-simplement. On dissout la matière pulvérisée dans l'acide azotique très-concentré, et l'on fond avec du carbonate de potasse pur le phosphate de fer qui résulte de cette réaction après l'avoir desséché. Il se forme du phosphate de potasse et du sesquioxyde de fer que l'on sépare par l'eau bouillante. L'oxyde de fer est dissous dans l'acide chlorhydrique et précipité ensuite par l'ammoniaque,

ce qui permet de l'obtenir exempt d'alcali. On dose l'acide phosphorique soit à l'état de phosphate de bismuth, soit à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. »

MINÉRALOGIE. — *Observations relatives au phosphure de fer cristallisé obtenu par M.* Sidot; *par* **M. Daubrée.**

« En présentant la Note de M. Sidot, je crois devoir rappeler que du phosphure de fer a été préparé, il y a quelques années, en grand, dans le département des Ardennes, par M. Boblique, qui réduisait dans un haut-fourneau, en présence du fer, la chaux phosphatée en rognons qui se rencontre abondamment dans les couches de Gault. Le phosphure de fer ainsi obtenu ressemble, par son aspect métallique et son état cristallin, à celui dont il vient d'être question; il est aussi très-fortement magnétique. Mais les cristaux prismatiques que l'on rencontre dans les géodes de ces masses, bien qu'ils aient souvent plusieurs millimètres de longueur, ne sont pas assez nets pour que leur système ait pu être déterminé avec certitude.

» On sait qu'aucun phosphure n'a jusqu'à présent été signalé dans l'écorce terrestre, où les phosphates sont cependant très-répandus et constituent des espèces nombreuses, mais que cette sorte de combinaison est habituelle dans le fer d'origine météorique. Le phosphure de fer et de nickel que Berzélius y a découvert, et qui depuis lors y a été fréquemment rencontré, constitue l'un des traits les plus caractéristiques des roches cosmiques, comparées aux roches terrestres.

» Les différences que présentent les résultats des analyses de ce phosphure double, auquel on a donné le nom de *schreibersite*, n'ont pas encore permis d'en établir la composition avec certitude. M. Laurence Smith a proposé la formule $Ni^2Fe^4Ph$.

» A part les grains et les lamelles de schreibersite que l'on distingue facilement à l'œil nu dans les fers météoriques, soit immédiatement, soit dans le résidu qu'ils laissent, après avoir été traités par un acide, M. Gustave Rose a reconnu dans le fer tombé le 14 juillet 1843 à Braunau, en Bohême, un phosphure en cristaux aciculaires, ayant la forme du prisme droit à base carrée, et qu'il a désignés sous le nom de *rhabdite* (1); la proportion des éléments de la rhabdite n'a pas été déterminée. En attendant que les cristaux de cette substance puissent être l'objet d'une analyse quantitative,

---

(1) *Beschreibung und Einleitung der Meteoriten;* 1864, p. 48.

il importe de signaler que par leur système cristallin, ainsi que par leur aspect général, ils se rapprochent tout à fait de l'espèce chimique bien définie dont il vient d'être question. Cette ressemblance, qui peut résulter d'un isomorphisme, si ce n'est d'une identité, rehausse l'intérêt que présente la substance très-habilement préparée par M. Sidot. »

M. **de Coppet** adresse, par l'entremise de M. Wurtz, une Note relative à la sursaturation des solutions de lactate de calcium et de lactate de zinc.

M. **Gillet de Grandmont** adresse, par l'entremise de M. Cloquet, une Note sur l'emploi d'un moxa soufré. Ce moxa présente la forme d'un petit crayon, formé de soufre et de plombagine; il s'enflamme aisément, conserve une température à peu près constante, et n'émet presque pas de chaleur rayonnante.

M. **Faucher** adresse une Note relative à une modification des piles pour les appareils électro-médicaux.

La pile employée par l'auteur, et qui est construite par M. Morin, consiste en un vase prismatique de porcelaine, fermé de toutes parts et présentant seulement une petite ouverture pour l'introduction du liquide. Le vase est partagé, par une cloison incomplète, en deux compartiments, dont l'un reçoit le liquide et dont l'autre reçoit la pile proprement dite : il suffit d'incliner le vase d'un côté ou de l'autre pour mettre la pile en activité ou pour suspendre son action.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Becquerel.

M. J. **Girard** soumet au jugement de l'Académie quelques spécimens de reproductions photographiques des matières ramenées du fond de la mer par les sondages.

M. **Brachet** adresse un complément à sa Note sur un hélioscope.

(Renvoi à la Commission nommée.)

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 mai 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Clinique obstétricale ou Recueil d'observations et statistique de* M. le Dr A. MATTEI; t. I, liv. 1 à 2; t. II, liv. 3, 4; t. III, liv. 5, 6. Paris, 1862 à 1871; 6 liv. in-8°.

*Énoncé des titres des travaux scientifiques et des principales recherches obstétricales de* M. le Dr A. MATTEI. Paris, sans date; br. in-8°. (Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Sur l'application de la transformation arguesienne à la génération des courbes et surfaces géométriques; par* L. SALTEL. Bruxelles, 1872; in-4°. (Extrait du tome XXII des *Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique.*) (Présenté par M. Chasles.)

*Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par* MM. G. DARBOUX *et* J. HOÜEL; t. III, février, mars et avril 1872; Paris, 1872; 3 liv. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

*Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès-sciences physiques; par* E. RITTER. 1re Thèse : *Des modifications que subissent les sécrétions sous l'influence de quelques agents qui modifient le globule sanguin;* 2e Thèse : *Propositions de physique données par la Faculté.* Clermont-Ferrand, 1872; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Mémoire sur la répartition de l'atropine dans la feuille et la racine de belladone, lu à l'Académie de Médecine le 21 novembre 1871 et le 13 février 1872; par* M. J. LEFORT. Paris, 1872; br. in-8°.

*Nombre d'oscillations par calme des bâtiments de notre marine; par* M. Ch. ANTOINE. Brest, 1871; grand in-8° autographié.

*Transactions of the royal Society of Edinburgh,* vol. XXVI, part. II, III, for the session 1870-1871. Edinburgh, sans date; 2 vol. in-4°.

*Proceedings of the royal Society of Edinburgh,* session 1870-71. Edinburgh, sans date; in-8°.

*Currents and surface temperature of the North Atlantic ocean from the Equator to latitude 40° N. for each month of the year with a general current chart.* London, 1872; in-4°.

*Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da* B. BONCOMPAGNI; t. IV, settembre-ottobre 1871. Roma, 1871; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

*Annali delle Università toscane.* Parte prima, *Scienze noologiche;* tomo undecimo. Pisa, 1869; in-4°.

*Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti;* série II, vol. II, fasc. 17 à 20; vol. III, fasc. 1 à 20; vol. IV, fasc. 1 à 20; vol. V, fasc. 1 à 3. Milano, 1869 à 1872; in-8°.

*Memorie del reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere, classe di Scienze matematiche e naturali;* vol. XI, fasc. 3 e ultimo; vol. XII, fasc. 1 à 3. Milano, 1870-1871; 4 liv. in-4°.

*Reale Istituto lombardo. Rapporti sui progressi delle Scienze.* I. *Sopra alcuni recenti studj di Chimica organica e sull' applicazione dei loro risultati all' arte tintoria; del* D. L. GABBA. Milano, 1870; in-8°.

*Atti della fondazione scientifica Cagnola;* vol. V, part. 2, 3. Milano, sans date; 2 vol. in-8°.

*Sulla burrasca del 27 febbrajo e sulla pioggia rossa del 10 marzo 1870; Note del prof.* Cav.-D. RAGONA. Modena, 1872; br. in-8°.

*Proprietatea seriei armonice cu utilitatea ei scientifica cercetata, disvalita si demonstrata prin analisa elementare de* N.-S. BOTESU. Jassy, 1872; in-8°. (Deux exemplaires.)

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 mai 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Mémorial du Dépôt de la Guerre, imprimé par ordre du Ministre.* T. X, *contenant la description géométrique de l'Algérie.* Paris, 1871; in-4°, avec planches.

*Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, section des Sciences naturelles;* t. IV. Paris, 1871; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de l'Académie de Metz,* 1868-1869, 1869-1870, 1870-1871. Metz, 1869 à 1871; 3 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Pau,* 1871-1872; 3e liv. Pau, 1872; in-8°.

*Société scientifique et littéraire d'Alais;* année 1871, 3e Bulletin. Alais, 1871; in-8°.

*Mémoires d'Agriculture, d'Économie rurale et domestique, publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; années* 1868-1869. Paris, 1872; 1 vol. in-8°.

*De la généralisation des anévrismes miliaires; par* M. H. LIOUVILLE. Paris, 1871; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Physiologie du système nerveux cérébro-spinal d'après l'analyse physiologique des mouvements de la vie; par* M. Ed. FOURNIÉ. Paris, 1872; 1 vol. in-8° relié. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Traité élémentaire de Chirurgie; par* le Dr FANO. Paris, 1869; 2 vol. in-8°, avec figures.

*Exposé des applications de l'électricité; par* le Comte Th. DU MONCEL. 3e édition, entièrement refondue; t. I, *Technologie électrique*. Paris, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Becquerel.)

*Manuel pratique d'acclimatation; par* H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Pleurésie et thoracentèse. Étude clinique; par* le Dr L. LEREBOULLET. Montpellier, 1872; br. in-8°.

*Les Conseils de révision et la nouvelle organisation militaire; par* DIONIS DES CARRIÈRES. Auxerre, 1872; br. in-8°.

*Barbotan (Gers). Eaux et boues minérales, etc.; par* le Dr E. DE LARBÈS. Toulouse, 1872; in-8°.

*Des amputations sous-périostées; par* le Dr F. PONCET. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*)

(Ces quatre derniers ouvrages sont présentés par M. le Baron Larrey.)

*Hygiène alimentaire. Observations sur la gélatine, etc.; par* A. GUÉRARD. Paris, 1871; br. in-8°.

*Note sur les usages physiologiques et économiques de la gélatine; par* A. GUÉRARD. Paris, sans date; br. in-8°.

*Étude de physiologie expérimentale et thérapeutique sur la ciguë et son alcaloïde; par* MARTIN-DAMOURETTE *et* PELVET. Paris, 1870; grand in-8°.

*Côtes du Brésil, Rio de la Plata, République du Paraguay. Cartes dressées d'après les travaux exécutés sur les avisos à vapeur* le Bisson (*de* 1856 *à* 1860) *et* le d'Entrecasteaux (1861-1862), *et complétées à l'aide des documents les plus récents; par* M. Ernest MOUCHEZ, capitaine de frégate. Paris, 1864; 1 vol. grand aigle, relié. (Présenté par M. le vice-amiral Jurien de la Gravière.)

*Métallothérapie. Traitement spécial des maladies nerveuses de la chloro-anémie et du diabète par les métaux et les eaux minérales qui en contiennent, etc.; par* le Dr V. BURQ; 2e édition. Paris, 1871; in-12.

*Éléments de thérapeutique et de pharmacologie; par* A. RABUTEAU; 1er fascicule. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Causeries scientifiques; par* H. DE PARVILLE; 10e année, 1870. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Observations sur un hybride spontané du térébinthe et du lentisque; par* MM. DE SAPORTA *et* A.-F. MARION. Paris, 1871; br. in-8°.

*Conférence médicale de Paris. Discussion sur la variole et la vaccine; par* MM. CAFFE, DALLY, GALLARD, MARCHAL (*de Calvi*), LANOIX, TARDIEU, REVILLOUT, *etc.;* 1870. Paris, 1872; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 29 avril 1872.)

Page 1167, ligne 12 de la note, *au lieu de* qui, *lisez* que.

Page 1169, ligne 4 en remontant, *au lieu de* sous-sulfate, *lisez* sesquisulfate; et ligne 1 de la note, *au lieu de* Bestner, *lisez* Kestner.

Page 1170, ligne 8, *au lieu de* l'équivalent, *lisez* 1 équivalent.

(Séance du 20 mai 1872.)

Page 1320, ligne 23, *au lieu de* M. Resal, 16 suffrages, *lisez* M. Resal, 18 suffrages.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. DE QUATREFAGES, vice-président de l'Académie, rend compte, dans les termes suivants, d'une mission que M. Edmond Becquerel et lui viennent de remplir.

« Vous vous rappelez, Messieurs, que l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, se préparant à célébrer son centième anniversaire, avait demandé à l'Académie des Sciences de Paris de se faire représenter à cette solennité par deux délégués. En l'absence de notre président, M. Faye, vous aviez bien voulu confier cette honorable mission à votre vice-président et à M. Jamin. Mais notre confrère, retenu à l'improviste par un malheur de famille, dut renoncer à faire le voyage. Heureusement M. Edmond Becquerel, quoique prévenu au dernier moment, put accepter la délégation de l'Académie et me rejoignit à temps.

» Vos représentants, Messieurs, ne pouvaient que compter sur un bon accueil. Mais, j'ai hâte de le dire, la cordiale hospitalité de ceux qui nous recevaient a dépassé toute attente. Nos hôtes de toutes les classes et de tous les rangs ont rivalisé à qui nous témoignerait le mieux le plus affectueux empressement. Je ne puis, à mon grand regret, les nommer tous ici;

mais il y aurait de l'ingratitude à ne pas signaler entre autres les illustres et vénérables doyens de l'Académie de Bruxelles, MM. d'Omalius d'Halloy et Quetelet.

« Conformément au programme, les *fêtes du Centenaire*, comme on les appelait en Belgique, ont duré deux jours. Les séances de l'après-midi, tenues au palais ducal, en ont constitué la partie sérieuse. Toutes deux ont été présidées par Sa Majesté Léopold II, qui a voulu ouvrir la première. Dans un langage à la fois simple et élevé, le roi des Belges a remercié les membres de l'Académie de ce qu'ils ont fait pour l'honneur du pays et souhaité la bienvenue aux savants étrangers réunis à Bruxelles. Puis, M. Van Beneden a résumé l'ensemble des travaux accomplis depuis un siècle par la classe des Sciences. Le lendemain, M. Thonissen a fait de même l'histoire de la classe des Lettres, et M. Fétis celle de la classe des Beaux-Arts.

» Ces discours seront imprimés et vous en apprécierez aisément le haut intérêt. Vous reconnaîtrez aussi sans peine l'esprit général qui les anime, esprit de patriotisme sérieux et réfléchi. Le roi, les orateurs de l'Académie parlaient de science, de littérature, de beaux-arts ; ils parlaient aussi de patrie. Le souverain, comme le savant, l'écrivain ou l'artiste, semblaient voir avant tout, dans les choses de l'intelligence, autant de moyens de grandir leur pays; et, sans oublier ce qu'elles ont d'attrayant et de noble par elles-mêmes, ils en comprenaient toute l'importance au point de vue du progrès général.

» Au sortir de ces deux séances académiques, on s'est retrouvé aux banquets splendides offerts par l'Académie à ses invités, par le Roi à l'Académie et aux hôtes de la Belgique. Je n'insisterais pas sur cette circonstance, si les relations qui s'improvisent si vite en pareil cas ne nous avaient rapprochés d'hommes éminents venus de divers points de l'Europe. Leur conversation avait pour nous un intérêt tout spécial, et ces conversations sont encore au nombre de nos meilleurs souvenirs. »

MÉDECINE. — *Considérations sur la chlorose et l'anémie dans l'espèce humaine, à propos de la Communication de* M. Boussingault, *sur le fer contenu dans le sang et les aliments; par* **M. Bouillaud** (1).

« Les belles recherches de M. Boussingault sur l'existence du fer dans

(1) Ces considérations avaient été présentées par M. Bouillaud dans la séance précédente, après la lecture de M. Boussingault.

les plantes, et le rôle important qu'il y remplit, me fournissent une occasion toute naturelle de présenter à l'Académie quelques considérations sur la chlorose et l'anémie de l'espèce humaine, double maladie sur laquelle il appartenait à notre époque médicale de répandre les plus vives et les plus abondantes lumières. Grâce aux travaux de cette époque, il s'est opéré une sorte de révolution des plus heureuses dans cette partie de la médecine. Or, ces travaux se rattachent de la manière la plus étroite à ceux auxquels s'est livré M. Boussingault, au sujet des leçons qu'il a faites au Conservatoire sur l'alimentation. Au reste, ces rapports de la médecine avec les sciences naturelles cultivées par les membres de la plupart des autres sections de cette Académie deviennent chaque jour de plus en plus évidents. Aussi, nul plus que moi n'a-t-il écouté d'une oreille attentive la lecture de notre éminent confrère, et applaudi à cet esprit de précision avec lequel il a procédé dans ses importantes et curieuses études.

» Le mot *anémie* est assez nouveau en médecine, et c'est au sein de cette Académie même qu'il fut prononcé, pour la première fois, par Hallé, dans son savant Rapport sur la maladie des mineurs d'Anzin, pour la dénomination de laquelle il fut proposé. On était loin de se douter au commencement de ce siècle, époque à laquelle remonte le Rapport dont il s'agit, que la maladie des mineurs d'Anzin, si le nom d'*anémie* en indiquait réellement la nature, loin de constituer une maladie essentiellement différente de toute autre, n'était qu'une forme d'une maladie des plus communes, jusque-là, il est vrai, à peu près entièrement inconnue sous le point de vue de son élément constitutif, c'est-à-dire une diminution plus ou moins considérable dans la masse totale du sang. Cherchez, en effet, dans les ouvrages les plus classiques du commencement de ce siècle, l'étude de CETTE *anémie*, et vous n'y trouverez point sa description.

» J'en pourrais dire à peu près autant de la chlorose elle-même, dont le nom du moins avait déjà cours dans la Science. Mais l'idée qu'on se formait de cette maladie n'offrait encore rien d'arrêté, de précis, de *déterminé*. Les choses en étaient là qu'on la désignait souvent, par exemple, sous le nom de maladie des jeunes filles (*morbus virgineus*). Sans doute, la chlorose est fréquente, en effet, chez les jeunes filles, et je conviendrai volontiers qu'elles en offrent souvent le modèle le plus accompli et pour ainsi dire le véritable type. Mais je dois m'empresser d'ajouter que, depuis le moment où l'on a reconnu que l'élément fondamental et *pathognomonique* de la *chlorose* consiste en une diminution plus ou moins considérable des globules du sang, ce ne sont pas seulement les filles à l'âge de puberté, mais

les filles et les femmes de tout âge; et ce ne sont pas seulement les filles et les femmes, mais aussi les garçons et les hommes de tous les âges que cette maladie peut affecter et affecte réellement.

» On peut affirmer aujourd'hui que, parmi les maladies *constitutionnelles,* il n'en est point de plus universellement répandues que la chlorose et l'anémie, lesquelles se rencontrent très-souvent réunies, et de là ce nom de *chloro-anémie,* si souvent prononcé de nos jours, tandis qu'il était complétement inconnu il n'y a pas plus d'une quarantaine d'années. Le mot simple de *chlorose*, alors employé, comme je l'ai dit plus haut, ne se rencontre cependant pas dans la table générale des maladies dont la *Nosographie philosophique* de Pinel contient la description, et l'on sait que cet ouvrage, a été, durant environ un quart de siècle (à partir des dernières années du XVIII[e] siècle jusqu'en 1818), l'ouvrage de médecine le plus classique.

» Les temps sont bien changés, et si la chlorose et l'anémie sont aussi fréquentes chez les plantes que dans l'espèce humaine, assurément M. Boussingault ne sera pas embarrassé pour les y rencontrer. Ce serait d'ailleurs s'écarter de la stricte vérité que de soutenir, comme le font quelques-uns, que l'anémie et la chlorose constituent réellement des maladies nouvelles, ou du moins des maladies beaucoup plus fréquentes aujourd'hui qu'autrefois. Rien du moins, absolument rien ne le prouve. Mais avant qu'on eût découvert les éléments qui les constituent essentiellement sous leurs rapports anatomique et physiologique, on les étudiait sous d'autres noms, et malheureusement on se trompait souvent sur leur véritable nature. De là des traitements mal inspirés, contraires quelquefois aux indications fondamentales, grave question de pratique sur laquelle je n'ai pas l'intention d'insister aujourd'hui (1).

» Qu'il me suffise de terminer par cette réflexion, que l'Académie voudra bien, je l'espère, accueillir avec quelque sympathie. La médecine, bien qu'elle possède un élément scientifique qui la caractérise essentiellement, et en constitue la *spécialité,* se rallie par ses autres éléments aux sciences physiques proprement dites (physique, mécanique, chimie, etc.), d'une manière tellement intime, qu'elle ne saurait s'en séparer, et qu'elle s'identifie réellement avec elles. Aussi, ne cesse-t-elle de faire appel à leurs lumières, sans jamais renoncer à cet élément supérieur, l'élément moral

---

(1) On trouvera, dans le *Traité d'hématologie* de notre éminent confrère, M. Andral, qui assiste à la séance, les plus précieuses considérations sur le sujet en discussion.

et intellectuel, dont la connaissance ne lui est pas moins nécessaire que celle de l'élément physique. Sous ce double rapport, l'Académie ne me permettra-t-elle pas de lui dire que l'heureux moment est enfin arrivé, où la médecine, science de l'homme à l'état sain et à l'état malade, est en pleine possession de ces connaissances rigoureusement démontrées, qui, selon notre immortel Bichat, devaient lui donner *le droit d'être associée aux sciences exactes, du sein desquelles*, dit-il, *elle fut longtemps repoussée?* »

MÉCANIQUE. — *Sur les régulateurs isochrones, dérivés du système de Watt.* Mémoire de **M. Yvon Villarceau**. (Extrait par l'auteur.)

« Pendant fort longtemps, le régulateur de Watt a été seul appliqué aux machines à vapeur, malgré le grand inconvénient qu'il présente de ne plus fonctionner utilement, lorsque le travail des opérateurs vient à subir des variations sensibles, (embrayage ou débrayage d'un ou plusieurs métiers, etc.).

» Dans le but de parer à cet inconvénient, un ingénieur de Mulhouse, M. Charbonnier, imagina, il y a une trentaine d'années, de compléter l'appareil de Watt, par l'addition de contre-poids : depuis lors, divers ingénieurs, parmi lesquels on doit citer MM. Farcot, Gand et notre savant confrère M. Rolland, ont proposé diverses modifications de cet appareil. D'un autre côté, notre regretté confrère L. Foucault, préoccupé de la nécessité d'assurer la parfaite régularité du mouvement de rotation des grands instruments astronomiques qui servent à observer les astres hors du méridien, s'est également mis à l'œuvre, et chacun a pu admirer les appareils construits d'après ses idées, par M. Eickens, appareils qui ont valu à cet habile artiste le grand prix de Mécanique à l'Exposition universelle de 1867. C'est à L. Foucault, pensons-nous, qu'est due la dénomination de régulateurs *isochrones*, par laquelle on désigne actuellement les régulateurs capables de maintenir, dans les mécanismes, une vitesse sensiblement constante, malgré l'existence de variations très-considérables dans le travail moteur ou dans le travail résistant.

» ..... La première théorie, vraiment mathématique, des régulateurs isochrones qui se soit produite, est due à M. Rolland. En prenant connaissance du Mémoire de cet habile ingénieur, j'ai pu me faire une idée nette d'une question agitée à plusieurs reprises dans les séances de la Société des ingénieurs civils et au Bureau des Longitudes : des travaux d'un autre genre ne m'avaient pas permis alors de m'en occuper.

» Les régulateurs isochrones sont caractérisés par la condition de se tenir en équilibre, quelle que soit la position angulaire des tiges oscillantes ou l'ouverture de la valve distributrice de la vapeur, s'il s'agit de moteurs à vapeur, lorsque la vitesse de rotation est égale à la *vitesse* dite *de régime;* ils jouissent en conséquence de la propriété d'osciller dès que la vitesse réelle s'écarte d'une quantité donnée de la vitesse de régime; les oscillations produites ont pour résultat de faire varier l'orifice de distribution de la vapeur dans un sens tel que l'écart de la vitesse soit finalement réduit. S'il s'agit de régulateurs destinés à maintenir un mouvement uniforme, abstraction faite de l'économie du travail moteur, les appareils sont pourvus d'ailettes liées aux tiges oscillantes : le développement variable de ces ailettes détermine une variation correspondante de la résistance de l'air, variation qui tend toujours à réduire les écarts de la vitesse réelle par rapport à la vitesse de régime.

» Les régulateurs isochrones présentent ainsi deux classes distinctes : à la première appartiennent ceux qui font varier le travail moteur, à la seconde ceux qui font varier le travail résistant.

» M. Rolland s'est exclusivement occupé des régulateurs isochrones de la première classe, dont il a présenté de nombreux types; M. Gand s'est borné à l'étude d'un spécimen unique : les uns et les autres de leurs dispositifs ont cela de commun, qu'ils se composent d'un ou plusieurs systèmes de boules solidaires ou conjuguées. Les solutions obtenues par ces ingénieurs sont des *solutions particulières* du problème de l'isochronisme, qui ne peuvent convenir aux appareils de la deuxième classe; en effet, les ailettes sont des appendices nécessaires, dont les masses ne sauraient ni être négligées, ni être comparées, au point de vue de l'action des forces, à des systèmes de boules conjuguées. Il était donc nécessaire d'établir une théorie générale, applicable, sous de certaines conditions, à des masses oscillantes de figures quelconques; j'y suis effectivemant parvenu.

» En 1868, j'ai rédigé un Mémoire contenant l'exposé de cette théorie générale (1); mais la défiance avec laquelle les praticiens accueillent trop généralement les déductions de la théorie m'a déterminé à attendre, pour le produire, le moment où je pourrais présenter un appareil établi suivant les règles d'une théorie exacte. Je suis heureux de pouvoir le faire aujourd'hui. Grâce au concours de mon excellent confrère du Bureau des Longitudes,

(1) Ce Mémoire a échappé, comme par miracle, aux incendiaires de la Commune : le carton qui lui servait d'enveloppe a seul été carbonisé.

M. Bréguet, dont on connaît tout le dévouement aux intérêts de la Science, une première ébauche du régulateur à ailettes était réalisée dans ses ateliers, au moment où la guerre a été déclarée; le résultat obtenu était déjà très-satisfaisant et dépassait de beaucoup les prévisions de l'artiste. Celui-ci toutefois n'a pu terminer l'appareil que dans ces derniers temps.

» Avant de présenter les détails qui concernent cet instrument (1), je dois exposer les conditions de l'isochronisme que fournit la théorie générale.

» *Dispositions communes aux deux classes de régulateurs.* — Les organes empruntés à l'appareil de Watt sont : l'axe vertical central, deux plateaux, dont l'un est fixe par rapport à cet axe et l'autre mobile le long du même axe, au moyen d'une douille ou manchon, et deux ou un plus grand nombre de paires de tiges articulées entre elles et avec les deux plateaux ; ces tiges, d'égales longueurs, forment des triangles isoscèles avec la droite qui joint les articulations sur les plateaux. Pour fixer les idées, je suppose que le plateau supérieur soit le plateau mobile, je nommerai *tiges supérieures* celles qui sont articulées sur ce plateau; les autres seront les *tiges inférieures*. Le nouveau régulateur se distingue de celui de Watt par la figure et la position des masses principales oscillantes; ces masses, au lieu d'être des sphères ayant leur centre sur le prolongement des tiges supérieures, sont des masses de figure non déterminée *à priori*, dont le centre de gravité est situé en un point lié géométriquement avec les tiges inférieures; les directions de leurs axes principaux d'inertie sont assujetties, ainsi que les moments d'inertie, à des conditions qui vont être indiquées.

» Pour plus de simplicité, je supposerai que les centres de gravité des tiges soient sur leurs axes de figure et que les masses de ces tiges, ainsi que la masse principale, soient symétriques par rapport à un même plan passant par l'axe vertical central, et que j'appellerai *plan de symétrie*. Un ensemble formé de deux tiges oscillantes et d'une masse principale constituera un *système partiel*, et le régulateur se composera de $n$ sytèmes pareils, assujettis à la condition que leurs plans de symétrie soient angulairement équidistants autour de l'axe vertical central. (Dans les appareils de Watt, le nombre $n$ est égal à 2; il est égal à 3 dans l'appareil construit par M. Bréguet.) On voit que la disposition que nous adoptons est une simple généralisation du régulateur de Watt; sans une pareille généralisation, il serait impossible de satisfaire aux conditions de l'isochronisme et à celle d'obtenir une vitesse de régime donnée $\Omega$.

---

(1) *Voir* le prochain *Compte rendu*.

» *Conditions relatives aux régulateurs isochrones et communes aux deux classes.* — L'application rigoureuse des principes de la mécanique conduit à des règles qui peuvent être formulées comme il suit :

» 1° Dans un sytème partiel, isolons par la pensée la masse principale et les deux tiges oscillantes ; faisons tourner la tige supérieure autour de l'articulation commune de ces tiges, et imaginons, bien que la chose soit impossible physiquement, que les deux autres extrémités des tiges soient amenées à coïncider; nous aurons un système invariable dans lequel toute droite menée dans le plan de symétrie, par le point de coïncidence qui vient d'être obtenu, doit être un axe principal d'inertie relatif à ce point.

» 2° Soit un angle aigu $\varphi$, déterminé par la relation

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{\Omega^2 \rho}{g}, \tag{1}$$

où l'on désigne par $\rho$ la distance commune des points d'articulation des tiges sur les plateaux, à l'axe central, et $g$ l'accélération de la chute des graves. Isolons encore les deux tiges et la masse principale, et disposons les tiges de manière que les directions de leurs axes de figure fassent, avec la droite qui joint leurs extrémités libres, des angles égaux à l'angle $\varphi$, et dans un sens tel, que l'articulation commune des tiges soit à une distance de l'axe central supérieure à $\rho$ ; concevons que cette dernière articulation soit rendue invariable; enfin, appliquons, à l'extrémité libre de la tige supérieure, une masse dont le poids soit égal à la fraction $\frac{1}{n}$ du poids $P_1$ du plateau mobile et du manchon réunis : le système invariable ainsi formé doit satisfaire à la condition de l'équilibre statique autour d'un axe horizontal, passant par le point d'articulation de la tige inférieure sur le plateau fixe, quelque position que l'on donne à ce système.

» Telles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour réaliser l'isochronisme d'un régulateur devant fonctionner à la vitesse de régime $\Omega$.

» *Disposition pour changer au besoin la vitesse de régime* $\Omega$. — Bornons-nous à indiquer ici la possibilité d'obtenir ce résultat, moyennant l'addition de deux faibles masses supplémentaires aux tiges supérieures, addition qui a pour objet de réaliser, relativement à l'ensemble des deux tiges, la première condition prescrite pour un système partiel. Les tiges étant ainsi modifiées, il suffit, pour changer la vitesse de régime, de changer l'angle de calage de la masse principale par rapport à la tige inférieure, et de modifier en conséquence le poids du plateau supérieur.

*Propriétés relatives aux régulateurs isochrones semblables.*

» 1° Si deux régulateurs sont constitués de telle sorte que les organes homologues des $n$ systèmes partiels dont ils se composent soient de même densité; si, en outre, les dimensions homologues sont proportionnelles, ces régulateurs offriront une *similitude partielle*.

» Dans les systèmes présentant une similitude partielle, l'angle $\varphi$ est le même, et il résulte de l'équation (1) que, si l'on désigne par $\Omega'$ et $\rho'$ les quantités homologues respectivement de $\Omega$ et $\rho$, on aura la relation

$$(2) \qquad \Omega'^2\rho' = \Omega^2\rho,$$

qui permettra, étant donnés : d'une part, un système partiel isochrone et les valeurs correspondantes de $\Omega$ et $\rho$; d'autre part, un autre système partiel semblable au premier, de conclure, pour le second, soit la dimension $\rho'$ correspondant à une vitesse de régime $\Omega'$, soit la vitesse $\Omega'$ correspondant à $\rho'$.

» 2° La *similitude* est *complète* entre deux régulateurs, lorsque, le nombre des systèmes partiels étant le même, les dimensions $\rho$ et $\rho'$ ont entre elles le rapport de similitude qui existe entre des dimensions linéaires homologues des systèmes partiels : dès lors, le rapport $\frac{\rho}{\rho'}$ n'est plus arbitraire, et l'on a la relation

$$(3) \quad \Omega' = \Omega\sqrt{\frac{\rho}{\rho'}}, \quad \text{ou, inversement,} \quad (4) \quad \frac{\rho'}{\rho} = \left(\frac{\Omega}{\Omega'}\right)^2;$$

d'où il suit que, si l'on veut construire un régulateur isochrone semblable à un régulateur donné, mais devant fonctionner sous une autre vitesse de régime, le rapport de similitude s'obtiendra en élevant au carré le rapport inverse des vitesses de régime : les dimensions linéaires du régulateur projeté se déduiront de celles de l'autre, par un simple changement d'échelle.

*Régulateurs isochrones de la première classe.*

» Ces régulateurs doivent satisfaire à une condition particulière, en outre de celles qui ont été spécifiées plus haut.

» Soient $\omega_1$ et $\omega_2$ les limites supérieure et inférieure de la vitesse de rotation, entre lesquelles la vitesse réelle doive rester comprise, pour le bon fonctionnement des opérateurs; nous poserons

$$(5) \qquad \Delta = \frac{1}{2}\frac{\omega_1 - \omega_2}{\Omega},$$

et $\Delta$ sera ce que l'on désigne sous le nom d'*écart proportionnel de la vitesse*.

» Soient :

$\alpha$ l'angle des tiges avec la verticale, mesuré dans le même sens que l'angle $\varphi$;

N l'effort vertical constant ou variable que la fourchette oppose au mouvement ascendant ou descendant du manchon.

On pourra calculer les valeurs successives que prend la quantité

$$\frac{N}{2\Delta \sin\varphi} \frac{\sin\alpha}{\cos(\alpha - \varphi)}, \tag{6}$$

lorsque l'angle $\alpha$ varie entre ses limites extrêmes; désignons par $P_0$ le maximum de ces diverses valeurs.

» Soient encore :

P′ le poids de l'une des tiges supérieures, comprenant celui de toutes les pièces solidaires avec cette tige (axes, vis, etc.);

L′ la distance du centre de gravité de la même tige à son point d'articulation avec le plateau supérieur, mesurée vers l'autre articulation;

$l$ la longueur commune des tiges, ou la distance comprise entre leurs points d'articulation;

$P_1$ le poids du plateau mobile et du manchon réunis.

» Ces diverses quantités doivent satisfaire à la relation

$$P_1 + nP' = P_0 + nP' \frac{L'}{l}, \tag{7}$$

qui peut se traduire comme il suit :

» Le poids total du manchon et des tiges supérieures doit être égal à la quantité $P_0$ augmentée de la fraction $\frac{L'}{l}$ du poids des tiges supérieures réunies.

» Un régulateur construit suivant les conditions énoncées, ne devra pas laisser subsister d'écarts proportionnels de la vitesse excédant sensiblement l'écart $\Delta$, et cela quelle que puisse être, entre les limites données, la variation du travail résistant (addition ou suppression d'un nombre quelconque d'opérateurs, métiers, etc.). On devra seulement remarquer que les écarts périodiques étant du ressort des volants, il conviendra que l'écart proportionnel, admis dans le calcul du régulateur, ne soit pas inférieur à celui qui a été employé pour le calcul du volant, le régulateur ne pouvant avoir d'autre objet que de ramener la vitesse moyenne à la vitesse de régime. Quant aux meilleures conditions de l'emploi des régulateurs de la première

classe, je ne puis mieux faire que de renvoyer au Mémoire de M. Rolland, intitulé : *Sur les variations du travail transmis par les machines*, etc.

» *Masse principale.* — On peut satisfaire aux conditions énoncées en donnant à cette masse des formes très-diverses. Les plus simples que l'on puisse employer sont celles d'un parallélipipède ou d'un cylindre, dont les plus grandes dimensions sont dans les plans de symétrie. Lorsque les masses des tiges sont équilibrées à part, comme il a été dit plus haut, au moyen de masses supplémentaires, la droite qui joint le point d'articulation de la tige inférieure et du plateau fixe au centre de gravité du parallélipipède ou du cylindre est perpendiculaire à leur plus grande dimension; dans le cas contraire, cette droite s'écarte quelque peu de la même perpendiculaire.

*Régulateurs isochrones de la deuxième classe.*

» Le seul objet de ces appareils étant d'obtenir le mouvement le plus uniforme possible, l'écart proportionnel $\Delta$ ne figure pas parmi les données; dès lors, on n'a point à se préoccuper de satisfaire à la condition (7), et le manchon n'a pas besoin de présenter une gorge, puisqu'il n'existe pas de fourchette à mettre en action.

» L'exactitude avec laquelle pourra fonctionner l'appareil dans des conditions où le poids moteur variera dans la proportion de 1 à 6 ou davantage, dépendra essentiellement des soins que le constructeur aura mis à réaliser les indications de la théorie et à prévenir ou réduire les effets du frottement des axes et du manchon.

» Malgré les précautions les plus délicates, il arrivera que la densité des métaux employés ne sera pas exactement égale à celle dont on aura fait usage dans les calculs; il arrivera encore que les dimensions réalisées par le constructeur ne seront pas tout à fait égales à celles qui lui auront été assignées. De là un défaut d'isochronisme, et même des écarts plus ou moins sensibles entre la vitesse de régime et les diverses vitesses effectives. Pour obvier à ces inconvénients, il faut se réserver des moyens de réglage. Or les diverses conditions à remplir se traduisent ici par quatre équations; par conséquent, on doit se réserver les moyens de produire quatre variations distinctes de l'état de chaque système partiel. Ces quatre variations s'obtiennent : 1° au moyen d'un simple changement de la masse du manchon (addition ou suppression de disques concentriques); 2° en déplaçant trois masses mobiles le long de tiges filetées et faisant partie de la masse principale, que nous nommerons *masses régulatrices.*

» Ces quatre conditions sont exigées par une théorie qui n'assigne aucune limite aux déplacements angulaires des tiges, dans les plans de symétrie; mais comme, en réalité, l'amplitude de ces déplacements ne dépassera pas $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{7}$ de circonférence, il arrivera que, si l'exécution de l'appareil n'est pas trop incorrecte, il suffise d'opérer *trois*, ou même *deux* seulement des quatre variations exigées par la théorie générale; on sera donc dispensé de modifier le poids du manchon et l'on n'aura qu'à faire varier les positions des masses régulatrices.

» Ces explications feront comprendre la disposition adoptée pour la masse principale. Voici en quoi elle consiste : Un parallélipipède rectangle est relié à la tige inférieure, au moyen d'une chappe; du côté opposé à l'articulation, une ailette se fixe au parallélipipède par le moyen d'une autre chappe. Les masses régulatrices sont des cylindres traversés par des tiges filetées : deux de ces tiges sont implantées sur la surface du parallélipipède qui regarde l'ailette et à des distances égales des bouts du parallélipipède; les dimensions des tiges filetées sont égales, ainsi que celles des masses régulatrices qu'elles conduisent; la troisième tige a son axe de figure en coïncidence avec le grand axe du parallélipipède; les masses de la tige et du cylindre mobile qu'elle supporte sont calculées de manière que l'axe de figure de l'ailette passe à la fois par le centre de gravité du parallélipipède et le point d'articulation de la tige inférieure.

» Je crois être fondé à déclarer qu'on ne saurait imaginer de solution plus simple; car chaque organe remplit ici le rôle indispensable que lui assigne la théorie.

» L'ailette est de forme trapézoïdale; en la construisant en aluminium, on facilite les moyens de satisfaire aux conditions de l'isochronisme; les tiges sont en acier, et les autres parties qui composent la masse principale sont en bronze d'aluminium.

» *Du réglage de l'appareil.* — Le régulateur étant mis en communication avec un mouvement d'horlogerie, on observe la vitesse $\omega$ qu'il acquiert sous l'action du poids moteur, et l'angle $\alpha$ des tiges avec la verticale (nous ne décrirons pas ici la disposition, d'ailleurs fort simple, qui sert à l'observation de cet angle). On fait varier le poids moteur et l'on observe les nouvelles valeurs des quantités $\omega$ et $\alpha$. Si, en opérant de cette manière, on recueille au moins quatre systèmes distincts de valeurs de $\omega$ et $\alpha$, on aura les données expérimentales nécessaires pour calculer les trois déplacements que doivent subir les masses régulatrices, et, au besoin, la variation du poids du manchon.

Le réglage étant effectué conformément aux prescriptions de la théorie, si l'on recommence les observations de la vitesse, on trouvera que quel que soit le poids moteur entre ses limites extrêmes, les diverses vitesses seront excessivement peu différentes de la vitesse de régime qu'il s'agissait de réaliser. Ici la précision des résultats n'a d'autre limite que celle de nos moyens d'action sur la matière. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces divisibles en carrés par leurs courbes de courbure et sur la théorie de Dupin*. Note de **M. A. Cayley.**

« Soient $\Theta$ une fonction arbitraire de $h$, $k$; $x$, $y$, $z$ des fonctions de $h$, $k$, telles que

$$2\Theta \frac{d^2x}{dh\,dk} - \frac{d\Theta}{dh}\frac{dx}{dk} - \frac{d\Theta}{dk}\frac{dx}{dh} = 0,$$

$$2\Theta \frac{d^2y}{dh\,dk} - \frac{d\Theta}{dh}\frac{dy}{dk} - \frac{d\Theta}{dk}\frac{dy}{dh} = 0,$$

$$2\Theta \frac{d^2z}{dh\,dk} - \frac{d\Theta}{dh}\frac{dz}{dk} - \frac{d\Theta}{dk}\frac{dz}{dh} = 0,$$

et que, de plus,

$$\frac{dx}{dh}\frac{dx}{dk} + \frac{dy}{dh}\frac{dy}{dk} + \frac{dz}{dh}\frac{dz}{dk} = 0;$$

en éliminant $h$, $k$, on a, entre $x$, $y$, $z$, l'équation $V = 0$ d'une surface. Je dis que les équations $h =$ const., $k =$ const. déterminent les deux systèmes des courbes de courbure de cette surface, et, de plus, que cette surface est divisible en carrés par ses courbes de courbure.

» En effet, les équations donnent

$$\Theta \frac{d}{dk}\left[\left(\frac{dx}{dh}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dh}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dh}\right)^2\right] - \frac{d\Theta}{dk}\left[\left(\frac{dx}{dh}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dh}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dh}\right)^2\right] = 0,$$

ce qui implique

$$\left(\frac{dx}{dh}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dh}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dh}\right)^2 = \Theta H,$$

où H est fonction de $h$ seulement; et l'on trouve de même

$$\left(\frac{dx}{dk}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dk}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dk}\right)^2 = \Theta K,$$

où K est fonction de $k$ seulement; donc en écrivant, comme à l'ordinaire,

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = E\,dh^2 + 2F\,dh\,dk + G\,dk^2,$$

cette expression se réduit à

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = \Theta(\mathrm{H}dh^2 + \mathrm{K}dk^2),$$

ce qui fait voir que la surface est divisible en carrés par les courbes

$$h = \text{const.}, \quad k = \text{const.}$$

» Les équations donnent aussi

$$\begin{vmatrix} \frac{dx}{dh}, & \frac{dy}{dh}, & \frac{dz}{dh} \\ \frac{dx}{dk}, & \frac{dy}{dk}, & \frac{dz}{dk} \\ \frac{d^2x}{dh\,dk}, & \frac{d^2y}{dh\,dk}, & \frac{d^2z}{dh\,dk} \end{vmatrix} = 0;$$

et, cela étant, l'équation différentielle des courbes de courbure se réduit, comme je vais le montrer, à $dh\,dk = 0$; on a donc $h = \text{const.}$, $k = \text{const.}$ pour les équations des courbes de courbure de la surface.

» Pour cela, en considérant $x, y, z$ comme des fonctions données de $h, k$, j'écris, comme à l'ordinaire,

$$\frac{dx}{dh} = a, \quad \frac{dx}{dk} = a', \quad \frac{d^2x}{dh^2} = \alpha, \quad \frac{d^2x}{dh\,dk} = \alpha', \quad \frac{d^2x}{dk^2} = \alpha'',$$

et de même $b, b', \beta, \beta', \beta''$, et $c, c', \gamma, \gamma', \gamma''$ pour les coefficients différentiels de $y$ et $z$ respectivement. J'écris aussi

$$\mathrm{A} = bc' - b'c, \qquad \mathrm{B} = ca' - c'a, \qquad \mathrm{C} = ab' - a'b,$$
$$\mathrm{E} = a^2 + a'^2 + a''^2, \quad \mathrm{F} = aa' + bb' + cc', \quad \mathrm{G} = a'^2 + b'^2 + c'^2.$$

» L'équation différentielle des courbes de courbure est

$$\begin{vmatrix} dx, & dy, & dz \\ \mathrm{A}, & \mathrm{B}, & \mathrm{C} \\ d\mathrm{A}, & d\mathrm{B}, & d\mathrm{C} \end{vmatrix} = 0.$$

Le premier terme de ce déterminant est $dx(\mathrm{B}\,d\mathrm{C} - \mathrm{C}\,d\mathrm{B})$, savoir :

$$(a\,dh + a'dk)\{\ \mathrm{B}[(a\beta' - b\alpha' + b'\alpha - a'\beta)dh + (a\beta'' - b\alpha'' + b'\alpha' - a'\beta')dk]$$
$$- \mathrm{C}[(c\alpha' - a\gamma' + a'\gamma - c'\alpha)dh + (c\alpha'' - a\gamma'' + a'\gamma' - c'\alpha')dk]\},$$

ce qui se réduit tout de suite à

$$(a\,dh + a'dk)\{\ [a(\mathrm{A}\alpha' + \mathrm{B}\beta' + \mathrm{C}\gamma') - a'(\mathrm{A}\alpha + \mathrm{B}\beta + \mathrm{C}\gamma)]dh$$
$$- [a(\mathrm{A}\alpha'' + \mathrm{B}\beta'' + \mathrm{C}\gamma'') - a'(\mathrm{A}\alpha' + \mathrm{B}\beta' + \mathrm{C}\gamma')]dk\};$$

en formant les expressions analogues du second et du troisième terme, et en prenant la somme, l'équation devient

$$\begin{aligned}&[\mathrm{E}(\mathrm{A}\alpha'+\mathrm{B}\beta'+\mathrm{C}\gamma')-\mathrm{F}(\mathrm{A}\alpha+\mathrm{B}\beta+\mathrm{C}\gamma)]\,dh^2\\+&[\mathrm{E}(\mathrm{A}\alpha''+\mathrm{B}\beta''+\mathrm{C}\gamma'')-\mathrm{G}(\mathrm{A}\alpha+\mathrm{B}\beta+\mathrm{C}\gamma)]\,dh\,dk\\+&[\mathrm{F}(\mathrm{A}\alpha''+\mathrm{B}\beta''+\mathrm{C}\gamma'')-\mathrm{G}(\mathrm{A}\alpha'+\mathrm{B}\beta'+\mathrm{C}\gamma')]\,dk^2=0,\end{aligned}$$

ou, ce qui est la même chose,

$$\begin{vmatrix} dk^2, & -dh\,dk, & dh^2 \\ \mathrm{E}, & \mathrm{F}, & \mathrm{G} \\ \mathrm{A}\alpha+\mathrm{B}\beta+\mathrm{C}\gamma, & \mathrm{A}\alpha'+\mathrm{B}\beta'+\mathrm{C}\gamma', & \mathrm{A}\alpha''+\mathrm{B}\beta''+\mathrm{C}\gamma'' \end{vmatrix}=0;$$

celle-ci est l'équation différentielle des courbes de courbure d'une surface quand les coordonnées $x$, $y$, $z$ d'un point de la surface sont donnés comme fonctions de deux paramètres $h$, $k$.

» En supposant $\mathrm{F}=0$, l'équation se réduit à

$$\begin{aligned}&(\mathrm{A}\alpha'+\mathrm{B}\beta'+\mathrm{C}\gamma')(\mathrm{E}\,dh^2-\mathrm{G}\,dk^2)\\+&[(\mathrm{A}\alpha''+\mathrm{B}\beta''+\mathrm{C}\gamma'')\mathrm{E}-(\mathrm{A}\alpha+\mathrm{B}\beta+\mathrm{C}\gamma)\mathrm{G}]\,dh\,dk=0;\end{aligned}$$

et en supposant de plus $\mathrm{A}\alpha'+\mathrm{B}\beta'+\mathrm{C}\gamma'=0$, l'équation se réduit simplement à $dh\,dk=0$; mais cette équation $\mathrm{A}\alpha'+\mathrm{B}\beta'+\mathrm{C}\gamma'=0$, savoir

$$\begin{vmatrix} a, & b, & c \\ a', & b', & c' \\ \alpha', & \beta', & \gamma' \end{vmatrix}=0,$$

ou

$$\begin{vmatrix} \frac{dx}{dh}, & \frac{dy}{dh}, & \frac{dz}{dh} \\ \frac{dx}{dk}, & \frac{dy}{dk}, & \frac{dz}{dk} \\ \frac{d^2x}{dh\,dk}, & \frac{d^2y}{dh\,dk}, & \frac{d^2z}{dh\,dk} \end{vmatrix}=0,$$

et aussi $\mathrm{F}=0$, subsistent dans le cas actuel; et nous avons ainsi $dh\,dk=0$ pour équation différentielle des courbes de courbure.

» On vérifie sans peine les équations fondamentales, en prenant $\Theta=h-k$,

$$\begin{aligned}-(c-a)(a-b)x^2&=a(a+h)(a+k),\\-(a-b)(b-c)y^2&=b(b+h)(b+k),\\-(b-c)(c-a)z^2&=c(c+h)(c+k);\end{aligned}$$

ce qui donne les courbes de courbure de l'ellipsoïde $\frac{x^2}{a}+\frac{y^2}{b}+\frac{z^2}{c}=1$; l'ellipsoïde étant, comme on sait, une surface divisible en carrés par des courbes de courbure; mais je n'ai pas encore cherché d'autres solutions.

» Je remarque que l'équation pour $x$ peut s'écrire sous la forme

$$\frac{d}{dh}\left(\frac{1}{\Theta}\frac{dx}{dk}\right)+\frac{d}{dk}\left(\frac{1}{\Theta}\frac{dx}{dh}\right)=0;$$

donc, en posant

$$-\frac{d}{dh}\left(\frac{1}{\Theta}\frac{dx}{dk}\right)=\frac{d}{dk}\left(\frac{1}{\Theta}\frac{dx}{dh}\right)=\frac{d^2\Omega}{dh\,dk},$$

on trouve

$$\frac{dx}{dh}=\Theta\frac{d\Omega}{dh},\quad \frac{dx}{dk}=-\Theta\frac{d\Omega}{dk},$$

ce qui donne

$$\frac{d}{dk}\left(\Theta\frac{d\Omega}{dh}\right)+\frac{d}{dh}\left(\Theta\frac{d\Omega}{dk}\right)=0,$$

équation pour $\Omega$ de la même forme que celle pour $x$.

» On déduit une démonstration très-simple du théorème de Dupin. En considérant comme auparavant $(x, y, z)$ comme des fonctions données de $(h, k)$, le point $(x, y, z)$ sera situé sur une surface, et les conditions pour que les courbes de courbure soient $h=$ const., $k=$ const. seront

$$\frac{dx}{dh}\frac{dx}{dk}+\frac{dy}{dh}\frac{dy}{dk}+\frac{dz}{dh}\frac{dz}{dk}=0,$$

$$\begin{vmatrix} \frac{dx}{dh}, & \frac{dy}{dh}, & \frac{dz}{dh} \\ \frac{dx}{dk}, & \frac{dy}{dk}, & \frac{dz}{dk} \\ \frac{d^2x}{dh\,dk}, & \frac{d^2y}{dh\,dk}, & \frac{d^2z}{dh\,dk} \end{vmatrix}=0.$$

» Cela étant, en introduisant un troisième paramètre $l$, soient $h$, $k$, $l$ des fonctions données de $(x, y, z)$, ou réciproquement $(x, y, z)$ des fonctions données de $(h, k, l)$. On a ici les trois systèmes de surfaces $h=$ const., $k=$ const., $l=$ const., et les conditions pour que ces surfaces se coupent orthogonalement peuvent s'écrire sous la forme

$$\frac{dx}{dk}\frac{dx}{dl}+\frac{dy}{dk}\frac{dy}{dl}+\frac{dz}{dk}\frac{dz}{dl}=0,$$

$$\frac{dx}{dl}\frac{dx}{dh}+\frac{dy}{dl}\frac{dy}{dl}+\frac{dz}{dl}\frac{dz}{dh}=0,$$

$$\frac{dx}{dh}\frac{dx}{dk}+\frac{dy}{dh}\frac{dy}{dk}+\frac{dz}{dh}\frac{dz}{dk}=0.$$

On a donc

$$\frac{dx}{dl}:\frac{dy}{dl}:\frac{dz}{dl}=\frac{dy}{dh}\frac{dz}{dk}-\frac{dz}{dh}\frac{dy}{dk}:\frac{dz}{dh}\frac{dx}{dk}-\frac{dx}{dh}\frac{dy}{dk}:\frac{dx}{dh}\frac{dy}{dk}-\frac{dy}{dh}\cdot\frac{dz}{dh}.$$

Pour abréger, j'écris

$$\frac{dx}{dh}\frac{dx}{dk}+\frac{dy}{dh}\frac{dy}{dk}+\frac{dz}{dh}\frac{dz}{dk}=[h.k],\ldots,$$

et de même

$$\frac{dx}{dh}\frac{d^2x}{dk\,dl}+\frac{dy}{dh}\frac{d^2y}{dk\,dl}+\frac{dz}{dh}\frac{d^2z}{dk\,dl}=[h.kl],\ldots.$$

Les conditions données sont ainsi

$$[k.l]=0,\quad [l.h]=0,\quad [h.k]=0;$$

en différentiant ces équations par rapport à $h$, $k$, $l$ respectivement, on obtient

$$[k.lh]+[l.hk]=0,$$
$$[l.kh]+[h.kl]=0,$$
$$[h.kl]+[k.lh]=0;$$

donc

$$[h.kl]=0,\quad [k.lh]=0,\quad [l.kh]=0.$$

Mais l'équation $[h.k]=0$ et l'équation $[l.hk]=0$, en substituant dans celle-ci les valeurs de $\frac{dx}{dl}$, $\frac{dy}{dl}$, $\frac{dz}{dl}$, sont précisément les conditions pour que la surface $l=$ const. soit coupée par les autres surfaces selon ses courbes de courbure : donc le théorème. »

ZOOLOGIE. — *Sur une espèce nouvelle de* Paradoxornis. Note de M. l'abbé **A. David**.

« Le P. Heude, missionnaire à Changhaï, s'occupe activement à étudier et à rassembler les productions naturelles de la province qu'il habite. Parmi les oiseaux de sa collection qu'il m'a montrés à mon passage dans cette ville, il s'en trouve plusieurs qui ne figurent pas encore dans les catalogues ornithologiques de l'empire chinois. J'en remarque en particulier un fort intéressant, qui appartient à ce curieux groupe d'insectivores *à bec gros et comprimé*, qui est représenté dans l'Asie orientale par les genres *Conostoma*, *Cholornis*, *Paradoxornis* et *Suthora*.

» L'oiseau dont il s'agit me paraît intermédiaire entre ces deux derniers genres, et pourrait peut-être en constituer un nouveau. Je le range provisoirement dans le genre *Paradoxornis*, dont il offre les principaux caractères.

» Le P. Heude m'ayant permis de prendre le signalement de son oiseau, unique dans sa collection, je m'empresse de vous le transmettre, en me faisant un devoir de lui dédier cette nouvelle espèce, sous le nom de *Paradoxornis Heudei* :

| | | |
|---|---|---|
| Longueur totale | 18 | centimètres |
| » de la queue | $9\frac{1}{2}$ | » |
| » de l'aile fermée | 57 | millimètres |
| » du torse | 24 | » |

Bec jaune; pattes d'un gris jaunâtre; ongles gris.

Queue longue, très-étagée, avec les pennes noires, terminées par une large tache blanche; les médianes, d'un gris jaunâtre unicolore.

Ailes courtes et rondes, avec les pennes noires, entourées d'une large marge d'un gris roussâtre; petites couvertures d'un fauve canelle, ainsi que les plumes de l'insertion des ailes.

Toutes les tiges des rectrices et des rémiges, noires au-dessus, blanches au-dessous.

Tête grise au milieu; deux larges raies noires au-dessus des yeux, en forme de sourcils; cou gris; région parotique d'un gris rosé; dos gris rosé, avec quelques rares taches allongées brunes; croupion d'un jaune roux.

Gorge blanche; poitrine d'un rosé vineux; flancs roussâtres; milieu du ventre blanchâtre, de même que les sous-caudales.

» Le P. Heude a tué ce joli oiseau en décembre 1871, parmi les roseaux (*phragmites*) qui bordent un lac du *Kiang-Sou*, qu'il parcourt en petites bandes. D'après ce naturaliste, il possède une voix agréable, et les habitudes grimpantes (ou mieux accrochantes) des genres voisins. »

Le **P. Secchi** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire, imprimé en italien, sur les spectres prismatiques des corps célestes. (Extrait des *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*. Séance du 24 mars 1872.)

**M. C. Naumann** fait hommage à l'Académie d'un nouvel ouvrage intitulé : « Explication de la carte géognostique des environs de Hainichen, dans le royaume de Saxe ».

M. Élie de Beaumont fait remarquer que la carte géologique très-détaillée à laquelle ce petit volume se rapporte, et dont M. Naumann fait également hommage à l'Académie, est dressée à une échelle triple de celle de Cassini, et accompagnée de coupes qui représentent les gisements relatifs de quinze formations différentes, depuis le micaschiste jusqu'au grès rouge.

## MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur la distribution des eaux du Rhône, à Nîmes; par* **M. A. Dumont**.

(Commissaires : MM. Balard, de Saint-Venant, Belgrand.)

« En 1866, j'ai soumis à l'Académie les bases d'un projet pour alimenter la ville de Nîmes d'eau potable, à l'aide des eaux du Rhône naturellement filtrées. Depuis lors, j'ai exécuté ce projet; je vais en résumer très-brièvement les résultats.

» Il assure à la population de cette ville une distribution journalière de 30000 mètres cubes, *soit de 500 litres par habitant et par jour.* Ainsi se trouve résolu ce problème séculaire des eaux de Nîmes, qui était posé depuis le jour où le pont du Gard, détérioré par les Vandales, a cessé d'y amener les sources d'Eure.

» Au point de vue scientifique et industriel, cette opération présente trois ordres de faits intéressants :

» 1° La filtration naturelle des eaux du Rhône par une galerie souterraine et latérale de 500 mètres de longueur, de 11 mètres de largeur intérieure : *cette galerie est aujourd'hui la plus grande connue ;*

» 2° Le refoulement direct de ces eaux par deux machines à vapeur de deux cents chevaux chacune, à une distance de 9960 mètres, par une conduite de refoulement unique de $0^{m},80$ de diamètre intérieur. Cette conduite, qui présente dans son parcours de nombreuses inflexions, est commandée par un grand réservoir d'air de 14 mètres de hauteur, sur lequel actionnent les pompes, non pas directement, mais après avoir refoulé dans d'autres réservoirs d'air plus petits joints à ces dernières. L'intervention de ces réservoirs multiples, la pose de nombreux évacuateurs d'air à tous les points saillants, ont eu pour effet de rendre très-maniable cette immense colonne d'eau, dont le poids est de près de 5000 tonnes. L'élévation des eaux à cette distance est de 72 mètres.

» 3° Les machines à vapeur, qui sont verticales à mouvement direct, sans intermédiaire d'aucun engrenage, ont été établies suivant le système de Woof. *Leur consommation ne s'élève qu'à* $1^{kil},400$ *de charbon par heure et par force de cheval, calculée en eau montée.*

» De ces faits, résultent des conséquences importantes au point de vue de la théorie des distributions d'eau en général, tant sur la possibilité de

filtrer naturellement les eaux des fleuves avec une grande abondance, que sur l'économie remarquable que l'emploi simultané de la filtration naturelle et des machines présente, pour l'approvisionnement des grands centres de population, sur l'emploi des eaux de source.

» En effet, on s'est ainsi procuré à Nîmes un instrument capable de fournir 30000 mètres cubes d'eau par jour, pour une dépense initiale de 3500000 francs; et si l'on ajoute les dépenses d'entretien des machines on arrive à cette conséquence, que ce volume aura pu être obtenu pour une dépense peu supérieure à six millions.

» Si la ville de Nîmes, placée dans les conditions les plus défavorables, éloignée de 27 kilomètres du Rhône, a trouvé un avantage à puiser dans le Rhône même, à l'aval de la Durance, ses eaux d'approvisionnement, s'il est prouvé qu'on a rencontré dans cette solution à la fois économie et sécurité, ne faudra-t-il pas en conclure que bien des villes placées sur le bord immédiat des fleuves doivent, *à fortiori*, dans la plupart des cas, employer les eaux de ces derniers, préférablement aux eaux de sources, presque toujours très-chères, insuffisantes et incertaines?

» Lorsque je proposais, en 1843, d'employer la filtration naturelle des eaux du Rhône à l'approvisionnement de la ville de Lyon, je soutenais cette théorie, à laquelle les faits ont donné raison : *qu'il existe sous les graviers et les sables du Rhône, comme sous tous les cours d'eau d'une nature analogue, un volume d'eau parfaitement clarifié, un véritable fleuve inférieur et souterrain; que ces rivières sont de véritables filtres, bien supérieurs à ceux qui alimentent les sources; qu'ils se nettoient d'eux-mêmes, par un double procédé; que leur produit est toujours le même*. Les travaux exécutés par moi à Lyon et qui fonctionnent depuis près de vingt ans ont donné raison à cette théorie, et ont permis d'établir les vrais principes qui doivent guider dans l'exécution de semblables travaux. Ces principes sont les suivants :

» 1° Donner la préférence aux galeries latérales sur les bassins filtrants;

» 2° Rapprocher autant que possible ces galeries du courant principal du fleuve;

» 3° Donner à ces galeries le plus grand diamètre intérieur possible;

» 4° Fonder les culées au niveau de l'étiage seulement, et constituer en berceau le radier inférieur filtrant.

» Ainsi éclairés par l'expérience, nous devions, à Nîmes, arriver de suite à la solution, et c'est ce qui s'est réalisé.

» On aurait pu craindre qu'en opérant à l'aval de la Durance, sur un

point peu éloigné du delta du fleuve et où la pente est moins forte qu'à Lyon, les résultats de la filtration fussent moins satisfaisants; il n'en est rien : même par les plus fortes crues de la Durance, la filtration ne laisse rien à désirer, et le coefficient de filtration est au moins de 5 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures et par mètre carré de surface filtrante.

» Aux principes précédents, qui se rapportent surtout aux grands fleuves, on peut en joindre un autre quand on opère sur des cours d'eau moins importants : c'est celui d'exécuter non-seulement des galeries latérales, mais encore des galeries souterraines perpendiculaires. On capte ainsi tous les filets d'eau claire qui circulent sous le lit.

» Les résultats auxquels nous sommes arrivés pour la filtration naturelle des eaux du Rhône à l'aval de la Durance soulèvent la question s'il ne serait pas possible d'employer le même moyen pour filtrer les eaux du canal de Marseille.

» En étudiant le lit de la Durance vers le point des prises d'eau de ce canal, nous avons reconnu la possibilité d'y établir un système combiné de galeries de filtration parallèles et perpendiculaires, capables de filtrer tout le volume du canal, à la condition d'adopter des dispositions spéciales. Les sondages que nous avons faits démontrent, en effet, que la couche filtrante de la Durance n'est qu'une nappe mince de 5 à 7 mètres de profondeur, comprise entre le lit visible et des couches inférieures imperméables : de là la nécessité de faire des voûtes de captation, dont le radier ne descende pas plus bas que le gravier, et dont le dessus ne dépasse pas le lit visible. Il est hors de doute que, par l'établissement de 8 kilomètres de galeries latérales et d'une galerie transversale en tête, on captera la plus grande partie des eaux souterraines du lit de la Durance entre Pertuis et Peyrolles, et que le volume de ces eaux sera bien certainement supérieur à celui qui est nécessaire pour alimenter le canal de Marseille.

» L'expérience que nous avons acquise dans l'établissement des galeries filtrantes, pour Lyon et Nîmes, nous autorise à affirmer que telle est la solution la plus économique et la plus radicale à donner à la question de la clarification des eaux du canal de Marseille. On sera obligé d'y venir tôt ou tard, et le plus tôt sera le mieux, car le décantage actuel n'est qu'un palliatif, non-seulement impuissant, mais encore dangereux pour la santé publique.

» C'est ainsi que les trois villes de Lyon, de Marseille et de Nîmes auront trouvé, dans la pratique de la filtration naturelle, la meilleure solution de la question des eaux potables. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons.* Note de **M. A. Dufossé**, présentée par M. Ch. Robin.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Coste, Cl. Bernard, de Quatrefages, Ch. Robin.)

« En continuant les recherches dont j'ai déjà entretenu l'Académie, je crois pouvoir démontrer, au moyen des vivisections et d'autres expériences, que deux espèces de Chaboisseaux de mer, le *Cottus scorpius* (Linn. et Cuv.) et le *Cottus Bubalus* (Eph. et Cuv.) qui sont des poissons de petite taille, d'un aspect hideux qui leur a fait donner les noms vulgaires *de Diables, de Scorpions, de Crapauds de mer*, produisent, quand on les saisit ou lorsqu'on les a entre les doigts, un frémissement intense accompagné d'un bruit ou plutôt d'un cri et quelquefois d'un son commensurable, vibrations sonores qu'ils émettent dans l'atmosphère aussi bien que *sous l'eau*; que ces vibrations sont *volontaires, de véritables actes d'expression instinctive* et enfin qu'elles ont pour cause la trémulation musculaire ou la *contractilité wollastonienne*. Cette propriété du tissu musculaire examinée jusqu'à ce jour presque exclusivement au point de vue de la pratique médicale et de la dynamique, n'a été qu'entrevue, pour ainsi dire, au point de vue de l'acoustique, et a même été condamnée *à priori* par certains physiologistes à n'être jamais qu'une propriété de peu de valeur scientifique, en raison de la faiblesse des phénomènes qu'elle était, suivant leur opinion, capable de produire. Eh! cependant, c'est bien le même principe physiologique qui, étudié à nouveau et mis en évidence par mes observations datant déjà de dix années, se révèle au monde savant comme une propriété importante du tissu musculaire, capable d'engendrer des sons commensurables, musicaux, quelquefois d'une puissante intensité, et par suite de créer des manifestations acoustiques instinctives, d'un saisissant intérêt.

» Les muscles qui produisent ces vibrations sont situés sous le crâne, dans les parois des cavités buccale et respiratoire de nos Chaboisseaux; plusieurs même sont moteurs des parties antérieures du système osso-cartilagineux hyoïdien; de plus, ce sont ces cavités qui, modifiées temporairement dans leur forme, et simplement par les mouvements qui leur sont propres, se transforment en un appareil de renforcement de ces vibrations sonores.

» Ces faits nouvellement connus, servent à établir plusieurs analogies de fonction entre les organes constitutifs des cavités buccale et respiratoire, et entre ces cavités elles-mêmes, considérées comme un appareil chez nos Chaboisseaux et chez les Vertébrés de trois autres classes : les Batraciens, les Reptiles et les Mammifères. Ils montrent, par exemple, une très-intéressante analogie de cet ordre entre la proéminence linguiforme de la bouche de nos Cottus et une portion plus ou moins étendue de la langue des Vertébrés que nous venons de nommer, en considérant ces organes sous le rapport des modifications qu'elles peuvent produire sur les sons émis par les Vertébrés dont il s'agit ici. Comme autre exemple, nous attirerons l'attention des physiologistes sur la remarquable analogie de fonction existant d'une part, entre les cavités buccale et respiratoire de nos Crapauds de mer, cavités qui se transforment en table d'harmonie servant à amplifier les vibrations sonores que rendent ces poissons et, d'autre part, la bouche et la cavité thoracique des Vertébrés sus-mentionnés, la bouche faisant office de porte-voix, et la cavité thoracique remplissant la fonction d'une caisse retentissante où ces deux cavités constituent un appareil de renforcement des phénomènes acoustiques que produisent ces animaux. »

M. Dufossé demande en outre l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui et qui est relatif au même sujet.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Le Mémoire qu'il contient est renvoyé à l'examen de la même Commission.

M. E. Lisle adresse, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon), le manuscrit du second volume de ses « Études cliniques sur les maladies mentales ». Ce second volume est relatif au traitement moral de la folie.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. Boettcher adresse, de Dorpat, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, un ouvrage, imprimé en allemand, sur le développement et l'histologie de l'organe de l'ouïe. L'auteur annonce l'envoi prochain d'une analyse en français de cet ouvrage.

(Renvoi à la Commission.)

M. Fauconnet adresse une « Étude sur quelques conséquences de l'évo-

lution du principe de la rougeole dans l'économie, dans certaines circonstances données. »

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Fauconnet** adresse un Mémoire intitulé : « Des dartres en général et de quelques *lupus* en particulier ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

Un auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, avec l'épigraphe : « Heureux si je puis rendre service à mes semblables », adresse un Mémoire sur le « Méphitisme des excavations souterraines ».

(Renvoi à la Commission du concours des Arts insalubres.)

M. **Rousset** adresse une nouvelle Communication relative à ses recherches sur les tubercules.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Andral, Nélaton, Bouillaud.)

M. **Portail** adresse de nouveaux documents relatifs à son système de sauvetage pour le forage des puits.

(Renvoi à la Commission du concours des Arts insalubres.)

M. E. **Decaisne** adresse une Note sur le mouvement de la population en France, comparé à celui des principaux États de l'Europe.

(Commissaires : MM. Dupin, Bouillaud, Bienaymé.)

M. **Chacornac** adresse une Note relative aux petites planètes qui n'ont point encore été découvertes.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Récy** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique : 1° Une Note relative à un système nouveau de communication électrique; 2° Une Note relative à un projet de transformation des buttes Chaumont en parc hydroscopique.

Ces Notes seront soumises, la première à MM. Jamin et Edm. Becquerel, la seconde à M. Belgrand.

**M. Vittoris** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un Mémoire imprimé en italien sur le rapport de la circonférence au diamètre.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

**M. Vert, M. Piffet** adressent des Communications relatives à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

**M. Bertrand** est prié de s'adjoindre à M. Claude Bernard, pour l'examen du Mémoire de M. *Cros*, sur la Théorie mécanique de la perception, de la pensée et de la réaction.

## CORRESPONDANCE.

**M. le Directeur des Beaux-arts**, en annonçant à l'Académie que l'exécution du buste en marbre de M. *Combes* a été confiée à M. *Félon*, la prie de vouloir bien lui faire connaître ceux de ses Membres qu'elle désignera pour surveiller ce travail.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

**M. le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Resal*, portant pour titre « Étude sur les effets mécaniques du marteau-pilon à ressort, dit *américain*. »

**L'Association française contre l'abus du tabac et des boissons alcooliques** adresse à l'Académie le programme de son concours pour l'année 1873.

**M. Richet** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Stan. Laugier*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

TOPOGRAPHIE. — *Sur les lignes de faîte et de thalweg; par* **M. C. Jordan.**

« Dans un article publié récemment aux *Comptes rendus* (séance du 11 décembre 1871), M. Boussinesq établit, ainsi que l'avait fait avant lui

M. Breton de Champ, que les lignes de moindre pente sur la surface de la terre ne se confondent pas en général avec les lignes de faîte et de thalweg.

» L'erreur vulgaire, que M. Boussinesq signale et rectifie, doit sa source au défaut de définitions nettes. Les lignes de faîte et de thalweg se présentent en général avec tant de clarté à la surface de la terre, qu'on oublie volontiers d'en préciser le sens géométrique. Nous allons essayer de le faire brièvement.

» Les ondulations du sol étant limitées dans leur amplitude, un observateur qui suivrait une ligne de plus grande pente ne pourra s'élever ni s'abaisser indéfiniment. Il arrivera donc forcément à un point où la tangente à la ligne de plus grande pente, et, par suite, le plan tangent à la surface du sol sera horizontal. Ce point pourra être un *sommet*, un *fond* ou un *col*.

» Toutes les lignes de plus grande pente qui passent par le voisinage d'un sommet continuent évidemment à s'élever jusqu'à ce qu'elles l'atteignent. Donc, il passe à chaque sommet une infinité de ces lignes. De même à chaque fond.

» Au contraire, à chaque col n'aboutissent que quatre lignes, se croisant à angle droit. En effet, les sections de la surface, par des plans horizontaux voisins du col, donnent une suite d'indicatrices sensiblement hyperboliques, dont les trajectoires orthogonales sont les projections des lignes de plus grandes pentes. Or le moindre croquis suffit pour voir que ces trajectoires sont des courbes qui tournent leur convexité au col, dont elles s'éloignent rapidement, à l'exception de deux d'entre elles, qui sont les axes de ce système d'indicatrices.

» Cela posé, un tronçon de ligne de plus grande pente, s'élevant d'un col à un sommet, sera dit une *ligne de faîte;* s'il s'abaisse du col vers un un fond, ce sera un *thalweg*. On peut encore concevoir un tronçon terminé à ses deux extrémités par deux cols; mais l'existence d'une semblable ligne supposerait un choix de circonstances tout à fait improbables; aussi n'en est-il pas question en topographie.

» Il résulte de cette définition, qui nous paraît conforme à la notion géographique de la chose, que *les lignes de faîte ou de thalweg ne se distinguent en rien, dans leur parcours, des autres lignes de plus grande pente*. En effet, considérons la partie inférieure d'une vallée, et traçons ses lignes de plus grande pente. On pourra évidemment modifier la forme de la vallée supérieure, de telle sorte que le prolongement de l'une quelconque de ces lignes, choisie *a priori*, vienne aboutir à un col.

» De là résulte encore cette conséquence, au premier abord paradoxale, qu'une ligne de faîte, au lieu d'être saillante à la surface du sol, peut se trouver, sur une portion de son étendue, dans une dépression du terrain, et qu'inversement une ligne de thalweg peut faire saillie sur le sol environnant. Ces cas exceptionnels sont rares dans la nature, où ils ne peuvent se présenter que d'une manière instable. La vallée de l'Isère, dans les environs de Grenoble, en offre pourtant des exemples remarquables. Les torrents qui sortent des vallons latéraux ont déposé, au point où ils débouchent dans la grande vallée, des cônes de débris formant saillie, sur lesquels coulent leurs eaux. »

MÉCANIQUE. — *Sur le frottement additionnel, dû à la charge des machines.* Note de **M. de Pambour.**

« Le mode que nous suivons pour introduire le frottement dans le calcul de l'effet des machines, et que nous avons appliqué particulièrement aux locomotives, aux machines à vapeur et aux roues hydrauliques, étant différent de celui qui est généralement employé, nous croyons nécessaire d'entrer dans quelques nouveaux détails à ce sujet.

» Au lieu de calculer, d'après le procédé ordinaire, le frottement de la machine avec sa charge, ce qui est très-compliqué, nous divisons ce frottement en deux parties, savoir : le frottement de la machine non chargée, qui est constant, qu'on peut mesurer directement, et qui, pour les roues hydrauliques, peut être évalué à 0,07 du poids de la roue; et le frottement additionnel dû à la charge, qui varie avec celle-ci et qui est proportionnel à la pression qu'elle produit sur l'axe, de sorte que la résistance totale opposée par une charge $r$, en y comprenant le surplus de frottement $f'$, qui résulte de son action, peut être exprimé par le terme

$$r + f'r = (1 + f')r.$$

Nous évitons, par ce moyen, de longs et difficiles calculs, qui occupent souvent plusieurs pages des meilleurs auteurs, et qui suffiraient pour éloigner tous les praticiens.

» Il fallait donc déterminer la valeur de ce frottement additionnel. Nous l'avons fait précédemment pour les locomotives et les machines à vapeur; nous n'y reviendrons donc pas. En ce qui concerne les roues hydrauliques, nous en avons donné une première évaluation, fondée sur des expériences faites par M. le général Morin sur les roues à augets (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 218). Mais, comme le nombre de ces expériences était très-restreint, nous

avons cru nécessaire de reprendre cette recherche sur un plus grand nombre de cas et sur plusieurs espèces de roues. Nous avons donc, pour toutes les expériences et les roues calculées par nous précédemment, repris l'équation de l'effet utile, en considérant cet effet comme connu par l'expérience, ainsi qu'il l'était effectivement, et nous avons résolu l'équation par rapport à la quantité $(1+f')$, considérée comme l'inconnue du problème.

» Pour montrer la simplicité de ce calcul, il suffit de faire observer que, dans toutes les formules de l'effet utile, que nous avons données pour les diverses roues, les termes qui expriment le travail ou les effets des forces appliquées par la puissance, sont toujours et exclusivement divisés par la quantité $(1+f')$, de sorte qu'en représentant l'ensemble de ces termes par la lettre N, qui varie nécessairement pour chaque roue, négligeant en même temps la résistance de l'air, et conservant les notations déjà admises, les équations sont toujours de la forme

$$rv = \frac{N}{(1+f')} - fv \quad \text{ou} \quad (1+f')(rv+fv) = N.$$

De plus, il faut remarquer que cette quantité N est composée entièrement de termes calculés *à priori*, indépendamment de toute valeur de $(1+f')$, et sans aucun rapport quelconque avec cette quantité. Il en résulte qu'après avoir calculé N, on peut se servir de l'équation qui précède, soit pour connaître l'effet $(rv+fv)$, en admettant une valeur pour le facteur $(1+f')$, soit, au contraire, pour connaître la valeur de $(1+f')$, lorsque l'effet $(rv+fv)$ est donné *à priori*.

» Ainsi, pour ce dernier cas, il suffit d'avoir la valeur de $(rv+fv)$. Or, $r$ est la charge imposée volontairement à la roue et rapportée à sa circonférence extérieure, charge qui est connue *à priori*; $f$ est le frottement propre de la roue, qu'on sait être égal à 0,07 du poids de cette roue et ramené à la circonférence extérieure. Enfin, $v$ est la vitesse que prend la roue avec cette charge et ce frottement, et cette vitesse est connue par l'observation directe. On peut donc affirmer que la quantité $(rv+fv)$ est donnée par l'expérience. Par conséquent, pour avoir $(1+f')$, il suffit de calculer l'équation

$$(1+f') = \frac{N}{rv+fv}.$$

C'est le calcul que nous avons fait pour chaque expérience, et il nous a conduit à une valeur moyenne, dont nous voulons faire connaître tous les chiffres pour qu'on puisse se faire une opinion sur son exactitude et sur le degré de confiance qu'elle peut inspirer dans les calculs.

*Détermination du frottement additionnel.*

| | N° de l'exp. | Valeur de $(1+f')$ |
|---|---|---|
| *Roue de côté.* | | |
| Série I.. | 1... | 1,110 |
| | 2... | 1,273 |
| | 3... | 1,280 |
| | 4... | 1,240 |
| | 5... | 1,228 |
| | 6... | 1,267 |
| Série II. | 2... | 1,068 |
| | 3... | 1,077 |
| | 4... | 1,200 |
| | 5... | 1,137 |
| | 6... | 1,143 |
| Série III. | 4... | 0,966 |
| | 5... | 0,992 |
| | 6... | 1,084 |
| | 7... | 1,104 |
| | 8... | 1,062 |
| | 9... | 1,157 |
| | 10... | 1,161 |
| | 11... | 1,113 |
| Série IV. | 5... | 1,015 |
| | 6... | 1,021 |
| | 7... | 1,056 |
| | 8... | 1,048 |
| | 9... | 1,215 |
| | 10... | 1,201 |
| Série V.. | 6... | 1,118 |
| | 7... | 1,248 |
| | 8... | 1,181 |
| | 9... | 1,154 |
| Série VI. | 6... | 1,180 |
| | 7... | 1,163 |
| | 8... | 1,177 |
| | 9... | 1,136 |
| | | 1,115 |
| Total.. | 34... | 38,690 |
| *Roue à augets.* | | |
| Série I.. | 5... | 1,171 |
| | 6... | 1,142 |

| | N° de l'exp. | Valeur de $(1+f')$ |
|---|---|---|
| | 7... | 1,105 |
| | 8... | 1,050 |
| | 9... | 1,053 |
| | 10... | 1,076 |
| | 11... | 1,143 |
| | 12... | 1,194 |
| | 13... | 1,074 |
| Série II. | 5... | 1,172 |
| | 6... | 1,019 |
| | 7... | 1,148 |
| | 8... | 1,164 |
| | 9... | 1,106 |
| | 10... | 1,144 |
| Série III. | 5... | 1,075 |
| | 6... | 1,023 |
| | 7... | 1,049 |
| | 8... | 1,048 |
| | 9... | 1,017 |
| | 10... | 1,014 |
| | 11... | 0,980 |
| | 12... | 0,914 |
| Série IV. | 4... | 1,116 |
| | 5... | 1,112 |
| | 6... | 1,112 |
| | 7... | 1,077 |
| | 8... | 1,096 |
| | 9... | 1,077 |
| | 10... | 1,097 |
| | 11... | 1,101 |
| | 12... | 1,149 |
| | 13... | 1,107 |
| Série V.. | 7... | 1,157 |
| | 8... | 1,147 |
| | 9... | 1,154 |
| | 10... | 1,142 |
| | 11... | 1,125 |
| | 12... | 1,096 |
| | 13... | 1,155 |
| | 14... | 1,145 |
| | 15... | 1,091 |
| Série VI. | 5... | 1,155 |

| | N° de l'exp. | Valeur de $(1+f')$ |
|---|---|---|
| | 6... | 1,066 |
| | 7... | 1,103 |
| | 8... | 1,105 |
| | 9... | 1,098 |
| | 10... | 1,116 |
| | 11... | 1,145 |
| | 12... | 1,245 |
| Total.. | 50... | 56,225 |
| *Roue à aubes courbes.* | | |
| Série I.. | 2... | 1,009 |
| | 3... | 1,017 |
| | 4... | 1,069 |
| | 5... | 1,094 |
| | 6... | 1,093 |
| | 7... | 1,101 |
| | 8... | 1,105 |
| | 9... | 1,109 |
| | 10... | 1,126 |
| | 11... | 1,133 |
| | 12... | 1,141 |
| | 13... | 1,141 |
| | 14... | 1,144 |
| | 15... | 1,141 |
| | 16... | 1,139 |
| | 17... | 1,141 |
| | 18... | 1,138 |
| | 19... | 1,143 |
| | 20... | 1,147 |
| | 21... | 1,139 |
| | 22... | 1,154 |
| | 23... | 1,182 |
| | 24... | 1,154 |
| | 25... | 1,139 |
| | 26... | 1,143 |
| | 27... | 1,146 |
| | 28... | 1,149 |
| | 29... | 1,146 |
| | 30... | 1,157 |
| | 31... | 1,160 |
| | 32... | 1,164 |

| | N° de l'exp. | Valeur de $(1+f')$ |
|---|---|---|
| | 33... | 1,164 |
| | 34... | 1,183 |
| | 35... | 1,238 |
| Total.. | 34... | 38,549 |
| *Turbines.* | | |
| Série IV. | 50... | 0,328 |
| | 53... | 1,082 |
| | 54... | 1,221 |
| | 55... | 1,247 |
| | 56... | 1,153 |
| | 57... | 1,023 |
| | 58... | 1,122 |
| | 59... | 1,187 |
| | 60... | 1,149 |
| | 61... | 1,167 |
| | 62... | 1,090 |
| | 63... | 1,123 |
| | 64... | 1,101 |
| | 65... | 1,074 |
| | 66... | 1,056 |
| Série V.. | 67... | 1,013 |
| | 68... | 0,948 |
| | 69... | 1,174 |
| | 70... | 1,068 |
| | 71... | 1,177 |
| | 72... | 1,153 |
| | 73... | 1,124 |
| | 74... | 1,157 |
| | 75... | 1,108 |
| | 76... | 1,035 |
| | 77... | 1,060 |
| Série VI. | 78... | 1,272 |
| | 79... | 1,233 |
| | 80... | 1,018 |
| | 81... | 1,068 |
| | 82... | 1,112 |
| | 83... | 1,160 |
| | 84... | 1,115 |
| Total.. | 33... | 36,118 |

| | | |
|---|---|---|
| Somme des totaux partiels........... | 151 | 169,582 |
| *Roue à réaction*...................... | 21 | 23,876 |
| Total général........... | 172 | 193,458 |
| Moyenne des 151 expériences................ | | 1,12 |
| Moyenne des 172 expériences................ | | 1,12 |

» En jetant un coup d'œil sur ce tableau, qui contient les résultats ainsi obtenus, on verra que, sur un total de 151 expériences, la valeur

moyenne du terme qui représente le frottement additionnel est

$$1 + f' = 1,12;$$

et que l'addition de 21 nouvelles expériences sur une autre roue, faisant en tout 172 expériences, ne change pas ce chiffre.

» L'ensemble des résultats obtenus dans toutes les expériences montre qu'on peut sans crainte se servir de cette valeur; qu'elle s'applique indifféremment aux diverses roues hydrauliques; et, enfin, que l'exactitude de la méthode, qui consiste à diviser le frottement en deux parties, l'une fixe et l'autre variable, se trouve confirmée par les faits.

» Cependant, comme notre théorie n'exige pas exclusivement l'emploi du frottement additionnel, nous dirons encore que, si l'on veut en faire abstraction, il suffira de faire dans les formules $f' = 0$, et de remplacer le frottement $f$ de la roue non chargée par son frottement F, calculé avec sa charge, par la méthode ordinaire. La formule restera toujours exacte après ce changement, et l'on pourra de même arriver à la solution désirée. Mais comme le calcul du frottement F, tel qu'il est expliqué, repose sur la connaissance préalable de la puissance de la machine exprimée en chevaux, qui ne peut être qu'une supposition, puisque c'est précisément l'effet qu'on se propose de déterminer, nous ne croyons pas qu'on puisse y trouver l'avantage de l'exactitude. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Formation de l'acétylène par la décharge obscure; par* M. BERTHELOT.

« 1. L'acétylène prend naissance, comme je l'ai établi, lorsque la vapeur d'un composé organique quelconque est traversée par une série d'étincelles électriques. Ayant eu occasion, il y a quelques années, d'exposer dans mes Cours le procédé de M. Babo pour préparer l'ozone, au moyen d'un appareil à forte tension dont la décharge s'effectue sans étincelle à travers une grande épaisseur de verre, j'ai fait quelques essais avec le même appareil, sur la formation de l'acétylène. Je faisais passer dans les tubes de l'hydrogène chargé de vapeurs hydrocarbonées. L'expérience, prolongée pendant plus d'une heure, a fourni en effet de l'acétylène, mais à l'état de traces presque insensibles; j'ai signalé ailleurs ce résultat (1). Récemment, j'ai répété l'expérience avec l'appareil imaginé par M. Houzeau pour la production de l'ozone. Dans les conditions où j'opérais, la décharge avait lieu

(1) *Revue des Cours scientifiques*, 4 juin 1870, p. 418.

sans étincelle très-brillante, mais cependant avec des étincelles véritables, peu lumineuses, que l'on pouvait apercevoir en y faisant attention. L'acétylène s'est encore formé, toujours en petite quantité; mais la proportion en était bien plus notable que dans l'appareil Babo, quoique dans ce dernier le flux d'électricité fût certainement beaucoup plus considérable.

» 2. Ces expériences jettent, je crois, quelque jour sur les différences qui distinguent l'action chimique de la décharge lumineuse et celle de la décharge obscure. En effet, la décharge lumineuse donne lieu à une température bien plus élevée, et plus cette température est élevée, plus la proportion d'acétylène formée est considérable : circonstance qui s'accorde avec la formation universelle de l'acétylène aux dépens des composés hydrocarbonés chauffés au rouge vif ou au rouge blanc.

« L'ozone, au contraire, ne prend pas naissance sous l'influence de la chaleur, mais est détruit par elle. Aussi sa formation par la décharge électrique est-elle accrue, dans une forte proportion, lorsqu'on évite la haute température développée par les étincelles brillantes.

» Les observations de M. Arn. Thenard sur la décomposition de l'acide carbonique s'accordent avec les faits précédents. Elles montrent, en effet, que la décharge obscure, dans l'appareil Houzeau, ne décompose que lentement l'acide carbonique. Dans l'appareil Babo, la décomposition serait sans doute plus lente encore, tandis que les fortes étincelles décomposent le même gaz avec rapidité, comme on le sait depuis longtemps, et comme j'ai eu occasion de le vérifier moi-même dans mes expériences sur les équilibres chimiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'éthylnaphtaline en acénaphtène; par* MM. **Berthelot** *et* **Bardy**.

« 1. L'éthylnaphtaline est un carbure complexe préparé par MM. Fittig et Remsen, au moyen de la naphtaline bromée, de l'éther iodhydrique et du sodium, lequel peut être représenté par l'association des éléments de l'éthylène avec ceux de la naphtaline

$$C^4H^4.C^{20}H^8;$$

Il diffère par 2 équivalents d'hydrogène d'un autre carbure, l'acénaphtène,

$$C^4H^2.C^{20}H^8,$$

beau corps cristallisé, obtenu synthétiquement par l'un de nous, en faisant réagir au rouge l'éthylène ou l'acétylène sur la naphtaline; il se rencontre

aussi dans le goudron de houille. Nous avons pensé que l'éthylnaphtaline pourrait être changée en acénaphtène d'une manière directe, soit par voie humide, soit par voie pyrogénée; et nous avons réussi, en effet, à opérer cette transformation par les mêmes méthodes qui ont permis à M. Berthelot d'opérer une transformation parallèle, celle de l'éthylbenzine en styrolène.

» 2. *Méthode pyrogénée.* — L'éthylnaphtaline, dirigée à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge vif, s'y décompose entièrement, ou à peu près, tandis qu'elle traverse sans altération notable un tube de verre chauffé au rouge sombre. Au rouge vif, elle donne naissance à une grande quantité de naphtaline, comme il était facile de le prévoir, et à une proportion notable d'acénaphtène. Ce dernier carbure a été isolé par des distillations fractionnées, suivies d'une sublimation lente à 100 degrés qui l'a fourni tout à fait pur, sous la forme d'aiguilles brillantes, implantées obliquement sur les parois des vases. On l'a caractérisé par ses principales propriétés, et notamment par le composé spécifique cristallisé en longues et belles aiguilles rouges très-solubles qu'il forme avec l'oxanthracène binitré (1).

» La décomposition de l'éthylnaphtaline, qui forme l'acénaphtène, répond à l'équation

$$C^4H^4.C^{20}H^8 = C^4H^2.C^{20}H^8 + H^2.$$

» 3. *Voie humide.* — Nous avons traité l'éthylnaphtaline, chauffée vers 180 degrés, par 2 équivalents de brome; dans l'espérance d'obtenir l'éthylnaphtaline bromée, qui possède les propriétés d'un éther. Le composé formé est liquide et ne peut être purifié par distillation (2). Comme nous nous proposions surtout d'obtenir l'acénaphtène, nous avons traité directement le produit brut par la potasse alcoolique à 100 degrés. Après douze heures de réaction, avec séparation de beaucoup de bromure de potassium, nous avons versé dans l'eau le contenu des matras, et isolé la couche pesante qui

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XII, p. 181.

(2) L'éthylbenzine bromée, au contraire, avait été obtenue sans grande difficulté dans mes expériences précédentes. Je possède encore un échantillon pur d'éthylbenzine bromée, ainsi que de l'alcool styrolénique qui en dérive. Si je fais cette remarque, c'est que M. Thorpe a eu quelque peine à préparer le premier corps, bien qu'il ait reproduit ensuite les principaux composés que j'avais découverts (*Proc. Roy. Soc.*, p. 123, 1870), et que M. Fittig semble avoir échoué récemment, en obtenant à la place de l'éthylbenzine bromée le styrolène, que j'avais signalé comme un produit de décomposition : je pense qu'il a opéré sur de trop grandes quantités de matière à la fois et trop brusqué l'action du brome.

s'est précipitée. Elle a été soumise à une distillation fractionnée, laquelle n'a fourni que des corps liquides. Chacun de ceux-ci, spécialement les corps qui avaient passé vers 300 degrés, a été traité par une solution alcoolique d'acide picrique; il s'est formé, dans toutes les liqueurs, un abondant précipité, constitué par l'acide picrique associé aux corps hydrocarbonés. Le produit volatil vers 300 degrés a fourni un picrate rouge, semblable au picrate d'acénaphtène. Ce picrate, décomposé par l'ammoniaque, a donné encore une substance liquide, qui a déposé des cristaux au bout de quelque temps. Les cristaux isolés par expression, puis par sublimation, ont fourni, avec l'oxanthracène binitré, les belles aiguilles rouges qui caractérisent l'acénaphtène. Ce dernier carbure avait donc été régénéré de l'éthylnaphtaline bromée

$$C^4H^3Br.C^{20}H^8 + KHO^2 = C^4H^2.C^{20}H^8 + KBr + H^2O^2.$$

La proportion d'acénaphtène ainsi formée n'est pas très-considérable. Quoi qu'il en soit, sa formation prouve que l'éthylnaphtaline est un hydrure d'acénaphtène; elle fournit une nouvelle preuve de la concordance qui règne entre la théorie des doubles décompositions opérées par voie humide et celle des réactions pyrogénées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations de la déclinaison magnétique, faites à Batavia et à Buitenzorg pendant l'éclipse de Soleil du* 12 *décembre* 1871. Lettre de **M. Bergsma** à M. Le Verrier.

« Dans le but de reconnaître si les variations extraordinaires de la déclinaison de l'aiguille aimantée, observées en Italie à l'occasion de l'éclipse de Soleil du 22 décembre 1870, se sont répétées pendant l'éclipse qui a eu lieu le 12 décembre 1871, des observations détaillées des variations de la déclinaison de l'aiguille aimantée ont été faites, sous ma direction, en décembre 1871, à Batavia et à Buitenzorg, île de Java.

» A Buitenzorg (6°35′45″ lat. sud, 106°47′22″ long. est de Greenw., 265 mètres au-dessus du niveau de la mer), l'éclipse devait être totale; à Batavia (6°11′0″ lat. sud, 106°49′45″ long. est de Greenw., 7 mètres au-dessus du niveau de la mer), la grandeur de l'éclipse devait être 0,992, le diamètre du Soleil étant 1. La ligne centrale passait à une distance de 59 kilomètres de Buitenzorg, et de 102 kilomètres de Batavia. Batavia et Buitenzorg étaient donc deux stations très-bien situées pour faire les observations. Il m'était impossible de me rendre à une station située sur la ligne centrale; pour

cela j'aurais dû abandonner l'observatoire de Batavia plus longtemps que je ne jugeais prudent de le faire.

» D'après les calculs de M. Oudemans, les temps du commencement et de la fin de l'éclipse devaient être :

A Batavia....... { Commencement de l'éclipse à $9^h 6^m$, Fin de l'éclipse à $12^h 4^m$;

A à Buitenzorg... { Commencement de l'éclipse à $9^h 6^m$, Commencement de la totalité à $10^h 28^m$, Fin de la totalité à $10^h 30^m 9''$, Fin de l'éclipse à $12^h 5^m$.

» Il suffisait donc d'étudier avec soin la marche de l'aiguille aimantée entre 8 heures du matin et 1 heure de l'après-midi. A l'observatoire de Batavia, en outre des observations horaires des variations de la déclinaison qui s'y font chaque jour, j'ai fait observer ces variations de 8 heures du matin à 1 heure de l'après-midi, de cinq en cinq minutes, pendant dix jours avant l'éclipse, et pendant dix jours après l'éclipse. A Buitenzorg, les variations de la déclinaison ont été observées de 8 heures du matin à 1 heure de l'après-midi, de cinq en cinq minutes, pendant quatre jours avant l'éclipse, le jour de l'éclipse, et pendant deux jours après l'éclipse; en outre, ces variations ont été observées à Buitenzorg pendant ces sept jours, à 7 heures du matin, à 2, 3, 4 et 5 heures de l'après-midi.

» La variation diurne de la déclinaison, déduite des observations horaires faites pendant dix jours avant et dix jours après l'éclipse, était celle-ci : à 8 heures du matin, déviation maximum de l'extrémité nord de l'aiguille à l'ouest de sa position moyenne; de 8 heures du matin à 3 heures de l'après-midi, l'aiguille marchait régulièrement vers l'est; à 3 heures de l'après-midi, déviation maximum à l'est de la position moyenne; de 3 heures de l'après-midi à 8 heures du matin, l'aiguille marchait vers l'ouest; l'amplitude moyenne de cette variation était $5',96$. Il résulte des observations faites de cinq en cinq minutes que, de 8 heures du matin à 1 heure de l'après-midi, la marche de l'aiguille de l'ouest vers l'est était très-régulière. La marche de l'aiguille, à Buitenzorg, était à peu près la même qu'à Batavia, surtout entre 8 heures du matin et 1 heure de l'après-midi.

» Pendant les heures de l'éclipse, l'aiguille aimantée devait, en suivant sa marche normale, se mouvoir régulièrement de l'ouest à l'est; et si les variations extraordinaires observées en Italie le 22 décembre 1870 se répétaient à Java le 12 décembre 1871, une grande déviation de la marche

normale devait être trouvée en comparant les directions des aiguilles observées à $9^h 5^m$ et à $12^h 5^m$, avec la direction observée à $10^h 30^m$.

» Il résulte des observations faites le 12 décembre, de cinq en cinq minutes, que pendant l'éclipse la marche de l'aiguille ne s'est pas écartée beaucoup de sa marche normale; l'aiguille s'est mue presque régulièrement de l'ouest à l'est; à Batavia seulement, une fois, un mouvement de 0',2 vers l'ouest a été observé; à Buitenzorg, l'aiguille a exécuté deux fois un mouvement rétrograde de 0',1, deux fois de 0',2.

La variation de la déclinaison de $9^h 5^m$ à $10^h 30^m$ et de $10^h 30^m$ à $12^h 5^m$ a été presque normale; cette variation a été comme il suit :

| | De $9^h 5^m$ à $10^h 30^m$. | De $10^h 30^m$ à $12^h 5^m$. |
|---|---|---|
| Mouvement normal à Batavia, en décembre 1871, déduit de 20 jours d'observations............ | 2',01 vers l'est. | 1',61 vers l'est. |
| Mouvement observé à Batavia, le 12 décembre 1871. | 2,09 » | 2,66 » |
| Mouvement observé à Buitenzorg, le 12 décembre 1871.............................. | 2,04 » | 2,62 » |

» La marche de l'aiguille aimantée, de $10^h 30^m$ à $12^h 5^m$, a été plus rapide que d'ordinaire; mais c'est une déviation de la marche normale qui s'observe assez souvent; par exemple, le 13 décembre, le changement de la direction de l'aiguille entre $10^h 30^m$ et $12^h 5^m$ a été encore plus grand; la variation, le 12 décembre, était celle-ci :

| | De $9^h 5^m$ à $10^h 30^m$. | De $10^h 30^m$ à $12^h 5^m$. |
|---|---|---|
| Mouvement observé à Batavia, le 13 décembre 1871. | 2',73 vers l'est. | 3',59 vers l'est. |
| Mouvement observé à Buitenzorg, le 13 décembre 1871.............................. | 2,30 » | 3,70 » |

» De ceci l'on peut conclure que les variations extraordinaires de la déclinaison de l'aiguille aimantée, observées en Italie pendant l'éclipse du 22 décembre 1870, ne se sont pas répétées à Java pendant l'éclipse du 22 décembre 1871.

» Cependant la marche de l'aiguille aimantée pendant l'éclipse du 12 décembre 1871 n'a pas été tout à fait normale, quoique les déviations des positions normales n'aient pas été grandes.

» Pour reconnaître s'il y a quelque relation entre ces déviations et l'éclipse du Soleil, j'ai corrigé toutes les observations faites du 2 au 22 décembre, de l'influence de la Lune sur la déclinaison (1); ensuite j'ai

(1) A Batavia, l'influence de la Lune sur la déclinaison de l'aiguille aimantée est, en décembre, assez considérable. Entre deux passages méridiens successifs, la Lune fait dévier

calculé d'après les observations corrigées, faites pendant dix jours avant et dix jours après l'éclipse, les positions normales de l'aiguille aimantée aux temps d'observation; enfin j'ai comparé les observations corrigées, faites le 12 décembre, avec les positions normales.

» Je n'ai pu découvrir la moindre relation entre les différentes phases de l'éclipse et les déviations trouvées ainsi de cinq en cinq minutes pendant l'éclipse. A 8 heures et $8^h 5^m$, l'aiguille était à l'ouest de sa position normale; à $8^h 10^m$ elle commençait à dévier vers l'est; la déviation à l'est atteignait sa plus grande valeur, 0',79, à $8^h 55^m$; à $9^h 5^m$ l'aiguille déviait de 0',72 à l'est de sa position normale; cette déviation diminuait régulièrement jusqu'à $9^h 35^m$; entre $9^h 35^m$ et $9^h 40^m$ l'aiguille passait au côté ouest de la normale; à $9^h 55^m$ déviation maximum de 0',22 à l'ouest; elle continuait à l'ouest jusqu'à $10^h 10^m$; de $10^h 10^m$ à $10^h 35^m$ l'aiguille déviait à l'est avec un maximum de 0',57 à $10^h 25^m$; de $10^h 40^m$ à $10^h 55^m$ elle déviait à l'ouest avec un maximum de 0',14 à $10^h 45^m$; à $10^h 55^m$ la déviation devenait est et augmentait régulièrement jusqu'à une heure après midi; à midi 5 minutes l'aiguille déviait de 1',29 à l'est de sa position normale.

» Les déviations observées à Buitenzorg pendant l'éclipse sont presque identiques avec les déviations observées à Batavia.

» Les observations de la déclinaison de l'aiguille aimantée faites à Batavia et à Buitenzorg en décembre 1871 ont donc conduit au résultat que l'éclipse de Soleil du 12 décembre 1871 n'a pas exercé la moindre influence sur la marche de l'aiguille aimantée, ni à Batavia où la grandeur de l'éclipse était 0,992, ni à Buitenzorg où l'éclipse était totale. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la déclinaison magnétique en Algérie.* Note de **M. Ch. Grad**, présentée par M. Le Verrier.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie une série d'observations de la déclinaison magnétique, que j'ai faites en Algérie l'hiver dernier. Ces observations se rapportent à quatorze stations, disposées suivant deux lignes, l'une parallèle à la mer Méditerranée, depuis la Tunisie jusqu'à la frontière du Maroc, l'autre allant de la côte au Sahara dans une direction à peu près perpendiculaire. Voici les résultats obtenus :

---

l'aiguille deux fois pendant six heures vers l'est, et deux fois pendant six heures vers l'ouest; l'amplitude de cette variation est 0,01.

| Stations. | Déclinaison magnétique. | Longitude de Paris. | Latitude. |
|---|---|---|---|
| Bône | 13°17′ ouest. | 5°26′ est. | 36°54′ nord. |
| Guelma | 13.42 » | 5. 5 » | 36.27 » |
| Philippeville | 14. 4 » | 4.35 » | 36.52 » |
| Constantine | 14.25 » | 4.16 » | 36.22 » |
| Batna | 14.28 » | 3.55 » | 35.40 » |
| El-Kantara | 14.35 » | 3.22 » | 35.20 » |
| Biskra | 14.19 » | 3.22 » | 34.57 » |
| Tizi-Ouzou | 15.19 » | 1.44 » | 36.43 » |
| Dellys | 15.23 » | 1.35 » | 36.56 » |
| Alger | 15.36 » | 0.44 » | 36.47 » |
| Relizane | 16.44 » | 1.47 » | 35.44 » |
| Le Sig | 17. 8 » | 2.30 » | 35.35 » |
| Oran | 17.27 » | 2.59 » | 35.42 » |
| Tlemcen | 17.39 » | 3.42 » | 34.57 » |

» L'époque des observations se rapporte à l'intervalle du 15 décembre 1871 au 16 mars 1872. Pendant le mois de janvier, la persistance du mauvais temps ne m'a pas permis de faire, le long de mes itinéraires entre Alger et Oran, des observations aussi nombreuses qu'entre Alger et Bône, du côté de l'est. Quoi qu'il en soit, ces observations indiquent une augmentation à peu près régulière de la déclinaison occidentale de l'est à l'ouest. D'un autre côté, la déclinaison absolue diminue du nord au sud, sous un même méridien, de telle sorte que la ligne isogone ou d'égale déclinaison de 17°30′, qui passe actuellement près de Paris, passe en Algérie près de Tlemcen, à 4 degrés de longitude plus à l'ouest, tandis qu'Alger a la même déclinaison que l'Alsace, située à 4 degrés de longitude plus à l'est et à 12 degrés de latitude plus au nord.

» Une moyenne de dix séries d'observations, faites du 29 janvier au 1er mars, me donne pour Alger une diminution moyenne annuelle de la déclinaison de 6 minutes environ, pour la période des trente dernières années, depuis les observations de M. Aymé, en 1842, pour la même station. D'après deux observations du capitaine Bérard, en date du 2 août 1832 et du 19 novembre 1833, la déclinaison aurait diminué à Alger de 5′,7 environ par année, de 1832 à 1842, tandis que M. Simon, professeur au lycée, constata seulement une diminution annuelle de 2′,7 du mois de mai 1842 au mois d'août 1860. Ces chiffres présentent des différences très-considérables. Mais, d'une part, les observations de M. Simon, faites à l'intérieur de la ville, ont pu être influencées par le fer des constructions, tandis que

les observations du capitaine Bérard ont été faites dans le port, et les miennes au champ de manœuvre de Mustapha, hors ville. D'un autre côté, la diminution annuelle de 6 minutes, que j'ai constatée pour Alger, concorde mieux avec la diminution de 7 minutes environ, obtenue pour les trente dernières années à l'Observatoire de Paris, à Munich par M. Lamont, à Toulouse par M. Petit, en Italie par M. Diamilla-Muller. Voici d'ailleurs la déclinaison magnétique indiquée pour Alger à différentes époques :

| | | | |
|---|---|---|---|
| En 1704, le pilote Michelot | 5 | à 6°.00′ | ouest. |
| 1805, un portulan de la même année | 14 | 15.00 | » |
| 1832, 2 août, 9 heures du matin, le capitaine Bérard | 19 | 25.00 | » |
| 1833, 19 novembre, 1 heure du soir, le capitaine Bérard | | 19.40 | » |
| 1842, 25 mai, entre 2 et 3 heures du soir, M. Aymé | | 18.36 | » |
| 1842, octobre, M. Aymé | | 18.35 | » |
| 1860, août, M. Simon | | 17.48 | » |
| 1872, février, j'ai obtenu, pour la déclinaison absolue | | 15.36 | » |

» Mes observations ont été faites à l'aide du magnétomètre de Prazmowski, dont l'aiguille, mobile sur sa chape, peut être retournée à volonté, et qui permet de lire la déclinaison à moins de cinq minutes près. Je n'ai pas cherché à déterminer la variation diurne, cette étude ayant été poursuivie avec soin pendant près de deux années, du mois de juin 1841 au mois de décembre 1842, par M. Aymé, membre de la Commission scientifique de l'Algérie. M. Aymé a entrepris ses recherches magnétiques à la demande de l'Académie des Sciences de Paris, simultanément avec les observations régulières installées par les soins de la Société royale d'Angleterre, à Montréal, à Van Diemen, à Madras, à Bombay, à l'île Sainte-Hélène et au Cap de Bonne-Espérance. L'observatoire magnétique d'Alger se trouvait hors ville, au bord de la mer, dans un pavillon vitré avec armature de cuivre. Suivant une Note de M. Aymé, insérée aux *Comptes rendus* (t. XVII, p. 1031), le minimum de la déclinaison diurne, sujet à un déplacement annuel, arrive à 7 heures du matin dans les jours les plus longs et à $8^h 30^m$ dans les jours les plus courts, tandis que le maximum a lieu à 2 heures du soir dans les jours les plus longs, et à midi et quelques minutes dans les jours les plus courts. Quant à l'amplitude de l'écart, elle varie également avec les saisons : en hiver, l'écart est ordinairement de 4 à 5 minutes; en été, de 9 à 10 minutes. Les variations sont donc plus faibles à Alger qu'à Paris. »

**M. A. du Peyrat** adresse un Mémoire « sur le principe de la formation des mondes ».

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de M. Delaunay.

**M. Diamilla-Muller** adresse, en réponse à la Note de M. *Donati*, du 6 mai dernier, quelques exemplaires d'une brochure imprimée en italien et portant pour titre : « Sur la cause productrice des aurores polaires (2e Note) ». L'auteur déclare que, ne voulant pas prolonger devant l'Académie une question personnelle, il préfère répondre publiquement à M. Donati et lui offrir le moyen de rectifier les questions de fait.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 mai 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Association scientifique de France. Compte rendu des travaux de la session régionale de Montpellier; par* le Dr L.-H. de Martin. Montpellier, 1872; in-8°.

*Monographie de Bagnères-de-Luchon. Extrait de la monographie complète des eaux minérales des Pyrénées; par* le Dr F. Garrigou; t. Ier. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

*La paléontologie en Italie. Lettre à S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique.* Florence, 1871; opuscule in-12. (Extrait du *Journal de Florence.*)

*Journal of the chemical Society;* february, march, april 1872. Londres, 1872; 3 liv. in-8°.

*The pharmaceutical Journal and transactions;* march, april 1872. London, 1872; 2 liv. in-8°.

*Note of a new form of armature and break for a magneto-electric machine; by* R.-M. Ferguson. Édimbourg, sans date; br. in-8°.

*Monasbericht der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin;* juin 1870, décembre 1871. Berlin, 1870-1871; 17 liv. in-8°.

*Verzeichniss der Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften von 1870-1071, in alphabetischer Folge der Verfasser.* Berlin, 1871; in-8°.

*Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von* M. SCHULTZE. Achter Band, drittes Heft. Bonn, 1872; in-8°.

*Grundzüge einer neuen Störungs theorie und deren Anwendung auf die Théorie des Mondes, entworfen von* Dr A. WEILER. Publication des *Astronomischen Gesellschaft;* XII. Leipzig, 1872; in-4°.

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 juin 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année* 1870-1871. Rouen, 1871; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers* (*ancienne Académie d'Angers*); t. XIV, nos 2, 3; t. XV, no 1. Angers, 1872; 3 liv. in-8°.

*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse;* t. I-IV. Toulouse, 1867-1870; 4 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans;* t. XIV, nos 1, 2; 1872, 1er et 2e trimestre. Orléans, 1872; in-8°.

*Étude sur les effets mécaniques du marteau-pilon à ressort, dit* américain; *par* M. RÉSAL. Paris, sans date; opuscule in-8°, avec planches.

*Inauguration du buste de M. Delpech dans la salle des Illustres au Capitole de Toulouse. Éloge historique de ce grand chirurgien, prononcé, le* 5 *mai* 1872, *par* le Dr JOLY. Toulouse, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Métallothérapie. Traitement spécial des maladies nerveuses, de la chloro-anémie et du diabète par les métaux et les eaux minérales qui en contiennent; par* le Dr V. BURQ. Paris, 1871; 1 vol. in-12.

*Métallothérapie. Traitement du diabète par les métaux associés aux eaux de Vichy. Lettre d'un diabétique traité avec succès par l'oxyde de zinc; par* le Dr V. BURQ. Vichy, 1871; opuscule in-8°.

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Traité pratique des maladies du larynx et du pharynx; par* le Dr L. MANDL. Paris, 1872; 1 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario, anno XXV, sessione 5 del* 28 *aprile* 1872. Roma, 1872; in-4°.

*Studj intorno ai casi d'integrazione sotto formo finita;* Memoria seconda di Angelo GENOCCHI. Torino, 1872; in-4°.

*Forme delle protuberanze regioni del magnesio e del ferro sulla superficie del Sole; conferenza pubblica da* P. TACCHINI. Palermo, 1872; br. in-8°.

*Sulla causa produttrice delle aurore polari.* Seconda Nota di E. DIAMILLA-MULLER. Milano, 1872; br. in-8°. (Estratto dalla *Gazetta di Milano.*)

*Rapporto della circonferenza del circolo al suo diametro; di* J. VITTORIS. Alexandrie, 1871; grand in-8°. (Deux exemplaires.)

*Considerazioni sui movimenti del Sole ovvero conseguenze emergenti dal moto translatorio del Sole;* Memoria del cap. L.-G. PESSINA. Messina, 1872; in-8°.

*Erläuterungen zu der geognostischen Karte der Umgegend von Hainichen im Königreiche Sachsen; von* Dr C. NAUMANN. Leipzig, 1871; in-12, avec carte.

*Resultate aus den meteorologischen Beobachtungen angestellt an fünfundzwanzig königl sächsischen Stationen im Jahre* 1869; *von* Dr C. BRUHNS. Sechster Jahrgang; Leipzig und Dresden, 1871; in-4°.

*Statistika central-byrans underdaniga berattelse for aar* 1869. Stockholm, 1869; in-4°.

*Le nevé de Justedal et ses glaciers; par* C. DE SEUE. *Programme de l'Université du second semestre* 1870, *publié par les soins du Sénat académique; par* S.-A. SEXE. Christiania, 1870; in-4°.

*Bidrag til lymphekjertlernes normale og pathologiske Anatomi af* G.A. HANSEN. Christiania, 1871; in-4°.

*Om skuringsmaerker glacial formationen og terrasser samt om grundfjeldets og sparagmitfjeldets maegtighed i Norge.* I. *Grundfjeldet, etc.; af* prof. T. KJERULF. Khristiania, 1871; in-4°.

*Carcinologiske bidrag til norges fauna, af* G.-O. SARS. I. *Monographi over de ved norges kister forekommende mysider.* Christiania, 1870; in-4°.

*Bidrag til kundskabom Christianiafjordens fauna* II; *af* M. SARS. Christiania, 1870; in-8°.

*Forhandlinger i videnskabs-selskabet i Christiania aar* 1869. Christiania, 1871; in-8°.

*Forhandlinger i videnskabs-selskabet i Christiania aar* 1870. Christiania, 1870; in-8°.

*Christiania omegns phanerogamer og bregner, etc.; af* A. BLYTT. Christiania, 1870; in-8°.

*Diplomatarium norvegicum XV.* Christiania, 1871; in-8°.

---

**PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1872.**

*Annales de Chimie et de Physique;* mai 1872; in-8°.

*Annales de l'Agriculture française;* avril et mai 1872; in-8°.

*Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris;* 5e livraison, 1872; in-8°.

*Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées;* avril 1872; in-8°.

*Annales du Génie civil;* mai 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* nos 18 à 22, 1872; in-4°.

*Association Scientifique de France;* Bulletin hebdomadaire, nos des 5, 12, 19 et 26 mai 1872; in-8°.

*Atti del reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti;* t. Ier, 4e série, liv. 3, 4. Milan, 1872; in-8°.

*Bibliothèque universelle et Revue suisse;* nos 173, 1872; in-8°.

*Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris;* nos 47 à 52, 1872; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique;* n° 3, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société Botanique de France;* Comptes rendus n° 2, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers;* n° 164, décembre 1871; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* avril et mai 1872; in-4°.

*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale;* n° 2, 1872; in-8° avec atlas in-fol.

*Bulletin de la Société de Géographie;* mars 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société française de Photographie;* nos 4, 5, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société Géologique de France;* nos 2 et 4, 1872; in-8°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* nos des 30 avril, 15 et 30 mai 1872; in-8°.

*Bulletin international de l'Observatoire de Paris,* du 1er au 31 mai 1872; in-4°.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France;* n° 5, 1872; in-8°.

*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano;* n° 4, 1872; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* nos 19 à 22, 1er semestre 1872; in-4°.

*Chronique de l'Industrie;* nos 13 à 17, 1872; in-4°.

*Écho médical et pharmaceutique belge;* n° 5, 1872; in-8°.

*Gazette des Hôpitaux;* nos 51 à 63, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* nos 18 à 22, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* mars 1872; in-8°.

*Journal de la Société centrale d'Horticulture;* mars, avril 1872; in-8°.

*Journal de Médecine vétérinaire militaire;* décembre 1870 et janvier 1871; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique;* nos 18 à 22, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture;* nos 160 à 164, 1872; in-8°.

*Journal de l'Eclairage au Gaz;* n° 9, 1872; in-4°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées;* avril, mai 1872; in-4°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* mai 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* nos 8 à 10, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre;* nos 3 à 7, 1872; in-fol.

*Journal de Physique théorique et appliquée;* n° 5, 1872; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 10 à 12, 1872; in-8°.

*L'Abeille médicale;* nos 19 à 23, 1872; in-4°.

*L'Aéronaute;* mai 1872; in-8°.

*L'Art dentaire;* mai et juin 1872; in-8°.

*L'Art médical;* nos 5 et 6, 1872; in-8°.

*Le Gaz;* n° 11, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* nos 9 à 11, 1872; in-4°.

*Le Moniteur scientifique-Quesneville;* mai 1872; gr. in-8°.

*Le Mouvement médical;* nos 18 à 22, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* nos 1, 2, 4, 5, 1872; in-8°.

*Magasin pittoresque;* mai 1872; in-4°.

*Marseille médical;* nos 4, 5, 1872; in-8°.

*Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme;* février, mars 1872; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* nos 6, 7, avril, mai 1872; in-8°.

*Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine;* n° 5, 1872; in-8°.

*Memorie dellà Società degli Spettroscopisti italiani;* mars 1872; in-4°.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* mai 1872; in-8°.

*Répertoire de Pharmacie;* avril 1872; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* mai 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* mai 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* nos 29 à 31, 1872; in-8°.

*Revue maritime et coloniale;* mai 1872; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* mai 1872; in-8°.

*Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances;* n° 9, 1872; in-8°.

*Société Entomologique de Belgique;* n° 74, 1872; in-8°.

*The Food Journal;* n° 28, 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* nos des 4, 11, 18, 25 mai 1872; in-4°.

*The Journal of the Franklin Institute;* mai 1872; in-8°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 27 mai 1872.)

Page 1369, ligne 3, *au lieu de* canine postérieure, *lisez* canon postérieur.

Même page, ligne 30, *au lieu de* à Apt, par exemple, M. Rudler...., *lisez* à Apt, par exemple. M. Rudler....

Page 1376, ligne 8, *au lieu de* 1854, *lisez* 1858.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Mai 1872.**

| DATES. | HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi. | THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne. | | | THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin. | | | TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air | | TEMPÉRATURE MOYENNE du sol | | | THERMOMÈTRES dans le vide (T − t) (1). | TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour). | ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour). | ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. | OZONE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Minima. | Maxima. | Moyennes. | Minima. | Maxima. | Moyennes. | à 13m,7. | à 33m,0. | à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | | | | | |
| | | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | | | | |
| 1 | 761,4 | 9,6 | 21,3 | 15,4 | 9,2 | 23,3 | 16,2 | » | » | 14,87 | 14,02 | 13,22 | 6,1 | 9,01 | 64,5 | » | » |
| 2 | 760,0 | 10,7 | 21,7 | 16,2 | 9,8 | 24,1 | 16,9 | » | » | 16,68 | 15,09 | 13,74 | 6,6 | 7,55 | 52,7 | » | 6,5 |
| 3 | 760,6 | 8,9 | 20,9 | 14,9 | 7,5 | 23,2 | 15,3 | » | » | 16,71 | 15,16 | 14,09 | 6,5 | 9,02 | 69,5 | » | 8,5 |
| 4 | 752,4 | 9,5 | 14,8 | 12,1 | 9,0 | 15,2 | 12,1 | » | » | 13,70 | 13,86 | 13,93 | 2,1 | 7,91 | 75,0 | » | 9,0 |
| 5 | 749,6 | 8,5 | 15,7 | 12,1 | 7,6 | 16,8 | 12,2 | » | » | 13,79 | 13,44 | 13,37 | 4,5 | 7,20 | 71,7 | » | 9,5 |
| 6 | 749,2 | 8,2 | 15,0 | 11,6 | 7,0 | 16,3 | 11,6 | » | » | 12,96 | 12,93 | 13,08 | 3,1 | 7,95 | 86,0 | » | 10,0 |
| 7 | 748,2 | 8,0 | 16,4 | 12,2 | 7,4 | 18,7 | 13,0 | » | » | 12,81 | 12,70 | 12,81 | 3,8 | 7,94 | 76,7 | » | 13,0 |
| 8 | 748,2 | 6,7 | 14,5 | 10,6 | 6,2 | 15,8 | 11,0 | » | » | 12,09 | 12,12 | 12,50 | 5,3 | 7,20 | 77,5 | » | 14,0 |
| 9 | 751,5 | 5,5 | 13,5 | 9,5 | 5,0 | 15,4 | 10,2 | » | » | 11,71 | 11,57 | 12,14 | 6,8 | 6,75 | 73,2 | » | 9,0 |
| 10 | 755,4 | 5,5 | 11,5 | 8,5 | 4,8 | 14,5 | 9,6 | » | » | 10,80 | 10,82 | 11,69 | 3,2 | 6,36 | 75,0 | » | 9,0 |
| 11 | 757,4 | 3,6 | 7,8 | 5,7 | 2,7 | 10,0 | 6,3 | » | » | 9,98 | 10,23 | 10,77 | 2,9 | 5,24 | 76,2 | » | 8,0 |
| 12 | 752,9 | 2,3 | 6,6 | 4,4 | 1,2 | 7,6 | 4,4 | » | » | 8,75 | 8,95 | 10,35 | 0,9 | 6,44 | 90,7 | » | 5,0 |
| 13 | 750,0 | 5,2 | 11,2 | 8,2 | 4,8 | 11,5 | 8,1 | » | » | 9,21 | 9,36 | 10,09 | 2,5 | 6,72 | 85,0 | » | 0,0 |
| 14 | 753,0 | 6,2 | 13,4 | 9,8 | 6,0 | 14,3 | 10,1 | » | » | 10,97 | 10,08 | 10,31 | 3,1 | 7,23 | 73,0 | » | » |
| 15 | 752,6 | 8,1 | 15,2 | 11,6 | 7,1 | 16,5 | 11,8 | » | » | 11,08 | 11,08 | 10,87 | 4,0 | 7,66 | 80,7 | » | » |
| 16 | 751,5 | 4,7 | 17,6 | 11,1 | 3,2 | 21,6 | 12,4 | » | » | 13,59 | 12,04 | 11,30 | 5,0 | 9,65 | 74,0 | » | » |
| 17 | 745,9 | 10,7 | 22,3 | 16,5 | 10,0 | 24,4 | 17,2 | » | » | 15,87 | 14,40 | 12,53 | 6,1 | 11,17 | 78,8 | » | 2,0 |
| 18 | 742,6 | 12,3 | 21,8 | 17,0 | 11,7 | 22,8 | 17,2 | » | » | 16,44 | 15,27 | 13,66 | 6,7 | 9,83 | 72,3 | » | 2,5 |
| 19 | 750,0 | 7,2 | 10,5 | 8,8 | 7,0 | 11,3 | 9,1 | » | » | 12,94 | 13,26 | 13,51 | 1,5 | 6,47 | 77,0 | » | 8,5 |
| 20 | 753,2 | 7,5 | 15,5 | 11,5 | 4,5 | 18,0 | 11,2 | » | » | 13,23 | 12,70 | 12,74 | 6,5 | 7,80 | 74,5 | » | 4,5 |
| 21 | 752,0 | 9,5 | 13,3 | 11,4 | 9,0 | 14,4 | 11,7 | » | » | 12,46 | 12,55 | 12,72 | 0,8 | 7,82 | 84,0 | » | 3,5 |
| 22 | 754,9 | 5,6 | 16,4 | 11,0 | 4,0 | 18,6 | 11,3 | » | » | 13,68 | 12,72 | 12,52 | 7,4 | 6,78 | 62,2 | » | 4,0 |
| 23 | 754,9 | 7,5 | 17,7 | 12,6 | 6,0 | 19,9 | 12,9 | » | » | 14,01 | 13,36 | 12,97 | 5,7 | 8,27 | 73,5 | » | 8,5 |
| 24 | 754,4 | 8,3 | 17,1 | 12,7 | 7,4 | 18,8 | 13,1 | » | » | 14,33 | 13,64 | 13,18 | 4,9 | 8,52 | 70,8 | » | 3,5 |
| 25 | 760,5 | 8,3 | 17,3 | 12,8 | 7,4 | 19,0 | 13,2 | » | » | 14,45 | 13,80 | 13,43 | 7,8 | 6,74 | 58,2 | » | 5,5 |
| 26 | 764,9 | 8,4 | 18,4 | 13,4 | 6,9 | 20,7 | 13,8 | » | » | 14,78 | 14,07 | 13,60 | 7,4 | 7,56 | 58,8 | » | 4,5 |
| 27 | 764,7 | 12,3 | 19,4 | 15,8 | 9,1 | 22,0 | 15,5 | » | » | 15,28 | 14,58 | 13,94 | 5,4 | 9,56 | 67,3 | » | 4,5 |
| 28 | 763,2 | 10,4 | 21,9 | 16,1 | 9,3 | 23,8 | 16,5 | » | » | 16,15 | 15,19 | 14,28 | 5,4 | 9,91 | 69,2 | » | 3,5 |
| 29 | 760,4 | 10,9 | 21,1 | 16,0 | 10,7 | 24,0 | 17,3 | » | » | 16,16 | 15,37 | 14,71 | 4,3 | 10,40 | 76,5 | » | 3,0 |
| 30 | 758,7 | 11,9 | 18,8 | 15,3 | 11,6 | 21,3 | 16,4 | » | » | 15,71 | 15,40 | 14,87 | 3,7 | 9,31 | 71,5 | » | 1,5 |
| 31 | 756,6 | 9,9 | 16,4 | 13,1 | 9,3 | 18,8 | 14,0 | » | » | 14,63 | 14,73 | 14,68 | 2,1 | 8,51 | 80,5 | » | 6,0 |
| Moy. | 754,5 | 8,1 | 16,3 | 12,2 | 7,2 | 18,1 | 12,6 | » | » | 13,54 | 13,05 | 12,83 | 4,6 | 8,02 | 73,5 | » | 6,2 |

(1) La valeur $T-t$ exprime la différence des températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, $t$, est à boule de verre incolore, et l'autre $T$, à boule de verre bleu noir.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Mai 1872.

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Pluie. Terrasse (1). | Cour. | Évaporation. | Vents. Direction et force. | Nuages. | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ′ | ° ′ | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.29,5 | 65.42,2 | 4,5260 | » | » | » | N modéré. | N | 0,4 | » |
| 2 | 35,2 | 42,6 | 4,5153 | » | » | » | NO modéré. | NNE | 0,1 | Éclairs entre $9^h$ s. et minuit. |
| 3 | 28,3 | 41,1 | 4,5200 | » | » | » | ONO faible. | O | 0,5 | Ciel voilé. |
| 4 | 29,9 | 42,7 | 4,5243 | » | » | » | SO modéré. | SO | 0,9 | Pluvieux; voilé le soir. |
| 5 | 28,4 | 42,2 | 4,5222 | 0,6 | 0,7 | » | SO modéré. | SO | 0,7 | Pluie le soir. |
| 6 | 28,2 | 41,6 | 4,5218 | 6,2 (6 et 7) | 6,3 (6 et 7) | » | OSO modéré. | OSO | 0,8 | Pluie. |
| 7 | 29,2 | 41,7 | 4,5155 | | | » | OSO assez fort. | OSO | 0,8 | Id. |
| 8 | 32,5 | 42,1 | 4,5138 | 1,8 | 1,7 | » | OSO as. fort. | OSO | 0,6 | Id. |
| 9 | 27,9 | 40,6 | 4,5135 | 6,7 | 14,7 (9 et 10) | » | O faible. | OSO | 0,7 | Grains. Pluie et grêle à $6^h35^m$ s. |
| 10 | 35,0 | 43,9 | 4,5095 | 8,8 | | » | NNO modéré. | N | 0,8 | Pluie. |
| 11 | 33,0 | 42,8 | 4,5141 | 0,9 | 0,8 | » | NNO faible. | N | 0,6 | Petite pluie. Parhélie à $6^h$ s. |
| 12 | 29,2 | 44,3 | 4,5078 | 1,1 | 1,3 | » | N faible. | NE | 1,0 | Pluie. |
| 13 | 28,5 | 41,3 | 4,5060 | 5,7 | 5,7 | » | SO modéré. | OSO | 0,9 | Nombreuses étoiles filantes vers 9 h. s. |
| 14 | 29,6 | 42,0 | 4,5103 | 3,9 | 4,2 | » | SSO modéré. | SSO | 0,9 | Ciel voilé. Pluie. |
| 15 | 30,8 | 40,9 | 4,5008 | 3,1 | 2,6 | » | SO assez fort. | SO | 0,7 | » |
| 16 | 30,2 | 41,2 | 4,5101 | 0,0 | 0,1 | » | SE faible. | SSO | 0,8 | Brouillard. Halo vers minuit. |
| 17 | 28,1 | 41,3 | 4,5093 | 0,7 | 0,8 | » | SSE faible. | SSO | 0,7 | Tonnerre et éclairs au NE à 6 h. $45^m$ s. et dans la soirée. |
| 18 | 28,2 | 42,6 | 4,5109 | 0,9 | 1,0 | » | SO faible. | SO | 0,7 | Orage vers $6^h$ s. |
| 19 | 30,4 | 40,6 | » | 8,4 | 8,3 | » | NNO faible. | N | 0,7 | Pluie. |
| 20 | 27,6 | 40,7 | 4,5153 | 0,0 | 0,0 | » | SE faible. | OSO | 0,5 | Brumeux. |
| 21 | 27,3 | 42,4 | 4,5266 | 2,3 | 2,4 | » | NNO faible. | NNO | 0,9 | Pluie. Halo vers minuit. |
| 22 | 26,3 | 38,6 | 4,5191 | 1,6 | 1,5 | » | OSO faible. | OSO | 0,7 | Éclairs vers $8^h45^m$ s. |
| 23 | 30,9 | 43,0 | 4,5324 | 3,8 | 3,7 | » | SSE, NE faib. | SSO | 0,6 | Orage au SO à $3^h10^m$ s. |
| 24 | 28,1 | 42,5 | 4,5239 | 0,3 | 0,3 | » | N modéré. | NNE | 0,7 | Ciel voilé. |
| 25 | 27,1 | 43,1 | 4,5110 | » | » | » | NNO modéré. | NNO | 0,3 | » |
| 26 | 29,7 | 41,8 | 4,5165 | » | » | » | N faible. | NNE | 0,4 | Vaporeux. |
| 27 | 30,8 | 42,2 | 4,5154 | » | » | » | NNO faible. | NNE | 0,4 | Brumeux. |
| 28 | 30,8 | 40,9 | 4,5113 | » | » | » | ONO faible. | NNO | 0,4 | Orage de $4^h30^m$ à $6^h15^m$ s. |
| 29 | 27,9 | 42,2 | 4,5132 | 5,7 | 4,0 | » | NNO faible. | ONO | 0,4 | Pluie dans la nuit. |
| 30 | 30,4 | 42,7 | 4,5259 | 5,7 | 5,5 | » | NO faible. | NO | 0,8 | Id. |
| 31 | 29,6 | 40,8 | 4,5183 | 4,6 | 5,2 | | NO faible. | NO | 0,9 | Pluie le matin. |
| Moy. | 17.29,6 | 65.41,9 | 4,5160 | 72,8 | 70,8 | » | | | 0,65 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — MAI 1872.

*Résumé des observations régulières.*

| | 7h M. | 9h M. | Midi. | 3h S. | 6h S. | 9h S. | Minuit. | Moy. (1). |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 755,07 | 754,94 | 754,54 | 754,01 | 754,13 | 754,72 | 754,65 | 754,71 |
| Pression de l'air sec | 747,22 | 746,38 | 746,21 | 745,84 | 746,11 | 747,03 | 747,16 | 746,69 |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | 9,96 | 12,51 | 14,81 | 15,51 | 14,35 | 12,00 | 10,27 | 12,40 |
| » (jardin $\theta$) | 10,29 | 13,00 | 15,76 | 16,08 | 14,18 | 11,35 | 9,57 | 12,42 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | 9,99 | 12,63 | 15,42 | 15,78 | 13,93 | 11,16 | 9,35 | 12,14 |
| Thermomètres électriques (2) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Thermomètre noirci dans le vide, T' | 14,08 | 24,89 | 28,94 | 25,77 | 16,60 | 10,82 | 8,85 | 18,38 |
| Thermomètre noir dans le vide, T | 14,62 | 23,04 | 27,82 | 24,81 | 16,46 | 10,67 | 8,91 | 17,61 |
| Thermomètre incolore dans le vide, $t$ | 12,95 | 17,64 | 21,16 | 19,97 | 15,00 | 10,64 | 8,91 | 14,59 |
| Excès (T' — $t$) | 1,13 | 7,25 | 7,78 | 5,80 | 1,60 | 0,18 | —0,06 | 3,79 |
| Excès (T — $t$) | 1,67 | 5,40 | 6,66 | 4,84 | 1,46 | 0,03 | 0,00 | 3,02 |
| Excès (T' — $\theta$) | 3,79 | 11,89 | 13,18 | 9,69 | 2,42 | —0,53 | —0,72 | 5,96 |
| Excès (T — $\theta$) | 4,33 | 10,04 | 12,06 | 8,73 | 2,28 | —0,68 | —0,66 | 5,19 |
| Température du sol à 0m,02 de profondr | 11,76 | 12,90 | 15,12 | 15,67 | 14,60 | 13,46 | 12,69 | 13,54 |
| » 0m,10 » | 12,11 | 12,26 | 13,08 | 13,88 | 14,07 | 13,63 | 13,22 | 13,05 |
| » 0m,30 » | 12,83 | 12,74 | 12,66 | 12,68 | 12,78 | 12,92 | 12,98 | 12,83 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 7,85 | 8,56 | 8,33 | 8,27 | 8,02 | 7,69 | 7,49 | 8,02 |
| État hygrométrique en centièmes | 82,1 | 75,1 | 62,3 | 60,5 | 65,7 | 74,6 | 81,8 | 73,5 |
| Pluie en millimètres (jardin) | 30,9 | 7,9 | 10,5 | 9,0 | 17,2 | 11,7 | 3,5 | t. 90,7 |
| Inclinaison magnétique 65° + | 42',36 | 41',89 | 40',46 | 39',96 | 40',05 | 40',87 | 41',14 | 41',09 |
| Déclinaison magnétique 17° + | 26,95 | 29,63 | 39,43 | 38,87 | 33,06 | 32,45 | 31,29 | 33,20 |

*Températures moyennes des maxima et minima.*

| | |
|---|---|
| Thermomètres de la salle méridienne | 12°,2 |
| Thermomètres du jardin | 12°,6 |
| Pluie. Pluviomètre de la terrasse | 72mm,8 |
| » » de la cour | 70mm,8 |
| » » du jardin | 90mm,7 |

*Moyennes des observations de 9h, midi, 3h et 6h S.*

| | |
|---|---|
| Thermomètre noirci dans le vide T' | 24°,05 |
| Thermomètre noir dans le vide T | 23°,03 |
| Thermomètre incolore dans le vide $t$ | 18°,44 |
| Excès T' — $t$ | 5°,61 |
| Excès T — $t$ | 4°,59 |

(1) Moyennes des observations faites à 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Les thermomètres électriques sont en réparation.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. le maréchal *Vaillant*, l'un de ses membres libres, décédé à Paris le 4 juin. Les obsèques ont eu lieu le samedi 8; l'Académie y était représentée par son Vice-président et par un grand nombre de ses Membres.

MÉCANIQUE. — *Sur le régulateur isochrone à ailettes construit par* M. Bréguet; Note de **M. Yvon Villarceau.**

« L'appareil que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie a été expérimenté, pour la première fois, le 24 mai 1870 : ce jour-là, le poids moteur a subi des variations dans le rapport de 1 à 5,6 et les vitesses obtenues ont présenté un écart moyen, relativement à la vitesse moyenne, qui ne s'est élevé qu'à $\frac{1}{355}$ de cette dernière.

» Quelques défauts de construction ont été corrigés, après quoi l'on a procédé à l'opération du réglage : l'écart moyen de la vitesse s'est trouvé,

par cette opération, réduit au millième de la vitesse de régime. Il a été jugé inutile de pousser plus loin une approximation que le mode d'exécution de l'appareil ne comporte pas. Pour faire mieux, il eût fallu organiser un outillage spécial, et chacun comprendra qu'il pouvait être prudent d'attendre les résultats d'une première expérience.

» Dans les opérations du réglage, la position des ailettes reste sensiblement constante sous l'action du poids moteur employé, et la comparaison des résultats successifs ne peut faire apprécier l'effet du déploiement des ailettes sous l'influence d'un poids moteur variable. Pour en juger, on a fait l'expérience suivante : les limites extrêmes du poids moteur étant 21 et 120 kilogrammes, on a appliqué le poids de 120 kilogrammes; puis, au moyen d'un frein manœuvré à la main, on a produit l'équivalent d'une réduction de la force motrice pouvant atteindre la limite intérieure 21 kilogrammes : il était facile d'en juger, d'après la position des ailettes, dont on connaissait la relation avec le poids moteur lui-même. Le mouvement d'horlogerie est muni d'une aiguille indicatrice des nombres de tours. Or, en supposant la vitesse de rotation constante, les tours indiqués par l'aiguille pouvaient être transformés en secondes de temps et l'appareil se trouvait par le fait transformé en un chronomètre. Il ne s'agissait plus que de comparer les temps ainsi obtenus avec les temps correspondants qui étaient fournis par un chronomètre véritable : les discordances devaient donner la mesure des erreurs du régulateur.

» L'expérience a été faite dans ces conditions, et l'on a trouvé que, malgré le serrage du frein, produit arbitrairement entre les limites correspondant aux excursions extrêmes des ailettes, l'écart moyen du régulateur par rapport au chronomètre, résultant de 51 observations faites durant 30 minutes, ne s'est élevé qu'à $\pm 0^s,2$ : ce nombre excède un tant soit peu l'erreur du régulateur, puisqu'il est affecté des erreurs des observations. L'expérience n'a pas été poursuivie plus loin, à cause de l'insuffisance de hauteur de chute du poids moteur.

» La discussion des observations montre que le mouvement oscillatoire des ailettes ne trouble pas sensiblement la marche de l'appareil : on peut dès lors espérer qu'un mode spécial de construction permettrait d'obtenir des résultats bien plus précis encore.

» Toutefois, il est utile de remarquer que M. Bréguet, dans sa première ébauche du nouvel appareil, a déjà atteint un haut degré de précision : il ne paraît pas en effet que l'appareil construit par M. Bréguet soit en rien inférieur, pour la conduite d'un Équatorial, au plus parfait des régulateurs

actuellement existants, celui de L. Foucault. Adapté aux enregistreurs, télégraphes, etc., on en obtiendrait d'excellents résultats.

» Je suis heureux de produire devant l'Académie des Sciences une nouvelle preuve de l'injustice des accusations que bien des personnes ont l'habitude de lancer contre les théories mathématiques, confondant ces théories avec les fausses applications qui en ont été trop souvent faites. Ici l'application a été faite avec une telle rigueur, que l'artiste a dû se préoccuper particulièrement de ne modifier en rien les dimensions et poids portés au projet.

» Sur la demande expresse de M. Bréguet, je prierai l'Académie de me permettre de consigner la déclaration suivante, qu'il a faite à plusieurs de nos confrères : « C'est la première fois, dit M. Bréguet, en parlant de la » construction du nouveau régulateur, qu'il m'est arrivé, dans ma longue » carrière, de voir un projet entièrement basé sur la théorie réussir du » premier coup. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles remarques sur l'apparition spontanée en France de plantes fourragères exotiques, à la suite du séjour des armées belligérantes.* Note de **M. de Vibraye.**

« Avant de quitter Paris, je crois utile de compléter, pour n'y plus revenir, jusqu'à l'époque où des tentatives régulières auront amené des résultats sérieux, ce que j'ai dit précédemment sur l'apparition spontanée des fourrages exotiques.

» Depuis le 3 mai, vingt nouvelles espèces ont fait leur apparition dans nos communes de Cour et de Cheverny, ce qui porte à 163 le nombre des plantes fourragères adventices, dans le seul département de Loir-et-Cher.

» D'autre part, il devient nécessaire, à mon sens, de recommander chaleureusement aux observateurs l'étude intéressante d'un phénomène qui s'étend, se généralise et s'accentue chaque jour davantage.

» En effet, ne semblerait-il pas dès aujourd'hui certain que, sur *tous* les points du centre de la France où notre cavalerie régulière aura dû séjourner, où les chevaux de nos armées en campagne auront consommé des fourrages de provenance algérienne, de la zone méditerranéenne, les recherches se montreront invariablement fructueuses?

» Angoulême vient tout récemment d'en fournir un nouvel exemple : M. de Rochebrune, l'un de mes correspondants, naturaliste des plus distin-

gués, parlait naguère, accidentellement et sans y attacher d'importance, de l'existence, pendant la guerre, d'un camp de cavalerie dans les environs de cette ville. Tout aussitôt, M. Franchet, qui l'entend, improvise une promenade, et cette course unique et rapide a permis de constater sur ce nouvel emplacement l'existence de quarante-quatre espèces adventices. »

M. le Général Morin ayant exprimé le vœu qu'il fût donné suite aux importantes observations de M. de Vibraye, l'Académie, sur la proposition de M. le Secrétaire perpétuel, charge les Sections réunies d'Économie rurale et de Botanique de rédiger un programme pour la récolte et l'importation des semences des plantes fourragères algériennes propres à notre climat. On peut espérer que, par les soins de M. le Ministre de la Guerre et de M. le Gouverneur général de l'Algérie, ces semences seront bientôt obtenues en bonne condition de choix et de maturité, et qu'une nouvelle ressource de prospérité pourra être ainsi créée au double profit de l'ancienne et de la nouvelle France.

GÉOGRAPHIE. — *Sur l'Atlas des cartes des côtes du Brésil, levées par M. le capitaine de vaisseau* Mouchez. Note de **M. Jurien de la Gravière.**

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un Atlas comprenant 51 cartes, que M. le capitaine de vaisseau Mouchez a levées sur les côtes du Brésil en 1864, et qui fait suite aux vingt premières feuilles de ce grand travail, dont l'Académie a déjà reçu l'hommage.

» Le levé des côtes orientales de l'Amérique du Sud a été exécuté pendant trois campagnes successives, sur des navires attachés au service de la station navale, navires qui ne pouvaient être que momentanément distraits de leur mission militaire. Il a donc fallu recourir à des méthodes rapides, à des procédés ingénieux, pour terminer en aussi peu de temps et dans de semblables conditions un travail qui comprend plus de mille lieues de côtes entre l'Amazone et la Plata. On connaissait déjà le levé sous voiles. M. Mouchez, en mettant à profit l'instrument plus docile dont il disposait, nous a montré ce qu'on pouvait attendre du levé sous vapeur. Il a su combiner très-heureusement les routes du navire et les déterminations astronomiques, les stations faites à terre et les relèvements pris de la mer. Les détails de la côte, les sondages ont pu être ainsi rattachés à un certain nombre de points culminants dont la position avait été fixée avec toute la

précision désirable. Quant aux ports, aux divers mouillages accessibles aux navires européens, ils ont été levés avec assez de soin et construits à assez grande échelle pour qu'on puisse les fréquenter aujourd'hui avec une sécurité complète.

» Les positions géographiques sur lesquelles s'appuie l'ensemble de cette exploration ont été, de la part de M. Mouchez, l'objet de nombreuses observations, exposées dans un Mémoire déjà présenté à l'Académie. »

**M. Chevreul** fait hommage à l'Académie, au nom du bureau de la Société centrale d'Agriculture de France, d'une brochure contenant les discours prononcés dans la séance publique annuelle de cette Société, le 12 mai 1872, séance qui a été présidée par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Détermination du point critique où est limitée la région de convergence de la série de Taylor.* Mémoire de **M. Marie** (1) (Extrait par l'Auteur.).

« Soient $f(x,y)=0$ l'équation qui définit la fonction $y$, que l'on veut développer, et $x_0=\alpha_0+\beta_0\sqrt{-1}$, $y_0=\alpha'_0+\beta'_0\sqrt{-1}$ le système de valeurs de $x$ et de $y$ à partir duquel on veut développer $y$; on déterminera le point critique cherché d'après la règle suivante :

» On construira les courbes formées des points $(x, y)$ correspondant aux solutions de l'équation $f(x,y)=0$, où $x$ serait de la forme

$$x=\alpha+\beta_0\sqrt{-1},$$

la partie réelle de $x$ variant ainsi seule. (On sait que je représente la solution $x=\alpha+\beta\sqrt{-1}$, $y=\alpha'+\beta'\sqrt{-1}$ par le point $x=\alpha+\beta$, $y=\alpha'+\beta'$.)

» Ces courbes partageront le plan en bandes, et les points critiques qui seront à considérer seront seulement ceux qui se trouveront contenus dans les deux bandes comprises entre la courbe sur laquelle se trouvera le point

(1) Ce Mémoire est la reproduction de celui qui a été adressé à l'Académie le 20 novembre 1865, et qui a été détruit, avec les papiers de M. Bertrand, dans les incendies allumés par la Commune : cette nouvelle copie sera transmise à M. Bertrand.

origine $(x_0, y_0)$ et les deux courbes voisines, dans un sens et dans l'autre.

» Soient

$$x = a_n + b_n\sqrt{-1} \quad \text{et} \quad y = a'_n + b'_n\sqrt{-1}$$

les coordonnées d'un des points critiques remplissant cette condition, et $p$ son degré de multiplicité : on fera varier $x$ de $a_n + b_n\sqrt{-1}$ à $a_n + \beta_0\sqrt{-1}$, et l'on suivra dans leur marche continue les $p$ points qui partiront du point critique.

» Si aucun de ces $p$ points ne vient tomber sur la branche de la courbe caractérisée par l'équation

$$x = \alpha + \beta_0\sqrt{-1}$$

à laquelle appartient le point origine, le point critique en question ne sera pas à considérer.

» On prendra, parmi les points critiques qui resteront, celui dont l'abscisse retranchée de $\alpha_0 + \beta_0\sqrt{-1}$ donnera la différence de moindre module. La série sera convergente pour toute valeur de $x$, telle que le module de $x - x_0$ se trouve plus petit que le module trouvé, et divergente pour toute autre valeur.

» La mise en pratique de cette règle se simplifiera singulièrement lorsque l'équation $f(x, y) = 0$ aura ses coefficients réels, et que $x_0$ sera réel. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau mode d'impression sur étoffes, au moyen des précipitations métalliques.* Note de **M. E. Vial.**

(Commissaires : MM. Becquerel, Dumas.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a quelques années, plusieurs procédés de gravure et de reproduction de gravures, fondés, le premier sur les précipitations métalliques, le second sur les transports, et le troisième sur de nouveaux phénomènes électro-chimiques; aujourd'hui, j'ai l'honneur de lui présenter un nouveau procédé d'impression sur étoffes, entièrement basé sur les précipitations métalliques.

» Si l'on trempe dans une solution d'azotate d'argent, par exemple, un tissu quelconque de coton, de fil, de soie ou autre, et que, après l'avoir essoré légèrement, on applique par-dessus une pièce de monnaie ou mieux un cliché de zinc, de plomb ou de cuivre, on voit, dès que le contact a lieu et dans les parties les plus fines, l'azotate décomposé,

l'argent immédiatement précipité sous forme d'une poudre noire, représentant dans ses moindres détails l'image fidèle, nette, indélébile et adhérente au tissu, d'une manière si parfaite et avec une telle solidité qu'elle ne disparaît qu'avec lui. Autant de fois on posera le cliché sur le linge humide, autant de fois l'impression s'en fera, instantanée et irréprochable, car elle n'est point le résultat d'un encrage, mais bien celui d'un phénomène chimique se manifestant au simple contact entre le sel et le cliché, et quelles que soient d'ailleurs la finesse ou l'étendue des points de contact. Quant au dépôt, il se fait avec une telle intensité, qu'il gagne de proche en proche jusqu'à traverser l'étoffe. Il suffit alors d'un simple lavage à l'eau pour enlever au tissu le sel non décomposé.

» La durée du tirage peut être comparée à celle de la typographie, mais la taille-douce peut aussi s'imprimer de la sorte. Dans ce cas particulier, la pression du linge humide s'exerçant sur toute la planche, parties taillées ou non, on comprend que l'étoffe deviendrait uniformément noire; on doit donc recourir à un artifice pour protéger la surface et n'imprimer que les tailles. La galvanoplastie offre un moyen facile de résoudre le problème : il faut tout simplement argenter la surface des planches de cuivre, car l'argent ne se précipite pas lui-même, et réserver les tailles ; pour les planches d'acier, réserver au contraire la surface, car l'acier ne précipite pas l'argent, et cuivrer les tailles. Au tirage, le fond de la gravure, qui est resté ou devenu cuivre, précipitera le sel d'argent dans le tissu avec une exactitude et une solidité surprenantes. Il suffit d'une mince pellicule d'argent dans le premier cas, ou de cuivre dans le second, pour obtenir ce résultat.

» La teinte de l'impression peut varier à volonté, du gris le plus clair au noir le plus vif, suivant les proportions du sel d'argent et suivant les métaux qui servent à le précipiter. En général, elle est d'autant plus noire que le métal a plus d'affinité pour l'oxygène et qu'il s'éloigne le plus de l'argent sous ce rapport.

» Les étoffes de coton, de fil, de soie, de laine, le papier et, en un mot, tous les tissus que l'on peut imprégner se prêtent à ce nouveau genre d'impression. Un léger apprêt de l'étoffe favorise l'opération; plus le tissu est fin ou serré, plus il est essoré sans être sec, et meilleurs sont les résultats: la soie donne les plus beaux produits.

» Pour employer un terme de teinture, la couleur est *grand teint* et résiste à tous les lavages alcalins ou acides, et l'impression se fait avec une fidélité et une pureté qui sont inconnues jusqu'à ce jour dans l'impression

des tissus. La reproduction des monnaies présente, en outre, cette particularité remarquable, témoignage de la délicatesse du procédé, que l'impression correspond par son modelé aux différentes parties en relief de la pièce, suivant leur degré d'oxydation ou de pression.

» Quant au procédé en lui-même, il est simple, facile, et, si familiarisé qu'on soit avec les réactions chimiques, il ne laisse pas que de surprendre, tant il semble étrange de voir apparaître sur un linge blanc une image noire, sans encrage du cliché. »

M. Fauconnet adresse, pour le concours du legs Bréant, un Mémoire sur « le *lupus vorax* de nature syphiloïde. »

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Krishaber adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, le Mémoire sur la « Névropathie cérébro-cardiaque » dont il a déjà présenté le résumé.

(Renvoi à la Commission.)

M. Brüll adresse quelques nouveaux documents, concernant la fabrication de la dynamite.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Tassy*, relatif à l'aménagement des forêts;

2° Un volume de M. *Lebon*, sur la physiologie humaine appliquée à l'hygiène et à la médecine;

3° Une brochure de M. *Berthelot*, intitulée « Sur la force de la Poudre et des Matières explosives » ;

4° Un ouvrage de M. *Rodin*, relatif aux *plantes médicinales et usuelles;*

5° Un ouvrage de M. *Jules Pizzetta* intitulé : *l'Aquarium d'eau douce et d'eau de mer;*

6° Une brochure de M. *Reynard*, contenant des études géométriques sur les assemblages que peuvent former des points matériels de plusieurs espèces, arrangés régulièrement en proportions définies.

**M. Piorry**, en faisant hommage à l'Académie de quelques-uns de ses principaux ouvrages, et, entre autres, de son « Traité de plessimétrie », de son « Tableau de la nomenclature pathologique », de sa « Clinique médicale de la Ville », et de plusieurs Mémoires de Médecine et de Chirurgie, y joint une Note manuscrite dans laquelle il signale les points de vue qui lui paraissent originaux dans ces divers ouvrages.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des lignes de courbure.* Note de **M. A. Ribaucour**, présentée par M. O. Bonnet.

« L'une des parties les plus étudiées de la théorie des surfaces est celle qui est relative aux lignes de courbure. On attache, en général, une certaine importance à l'intégration en termes finis de ces lignes sur des surfaces particulières; aussi ai-je pensé qu'il serait intéressant de chercher à déterminer *à priori* tous les cas où l'intégration peut être effectuée d'une manière explicite.

» Lorsque des droites remplissent l'espace, comme les normales d'une surface, on peut les définir par les équations de deux plans qui les contiennent :

$$(1) \qquad Ax + By + Cz = D,$$

$$(2) \qquad A'x + B'y + C'z = D',$$

les coefficients étant fonctions de deux paramètres $u$ et $v$ qui seront, par exemple, ceux des surfaces développables suivant lesquelles on peut ranger les droites. Comme d'ailleurs ces plans sont quelconques (pourvu qu'ils contiennent les droites), il est clair qu'on peut les choisir de telle façon qu'ils soient précisément les plans tangents aux deux développables se coupant suivant la droite considérée. On exprimera cette particularité en écrivant que la caractéristique du plan (1), lorsque $v$ seul prendra l'accroissement $dv$, est la droite (1), (2); de même pour le plan (2), en faisant croître $u$ seul. Mais la première condition revient à dire que l'équation (2) peut être remplacée par la suivante :

$$(3) \qquad \left(A\lambda + \frac{dA}{dv}\right)x + \left(B\lambda + \frac{dB}{dv}\right)y + \left(C\lambda + \frac{dC}{dv}\right)z = D\lambda + \frac{dD}{dv},$$

où $\lambda$ désigne une certaine fonction de $u$ et $v$.

» La seconde condition sera dès lors exprimée en écrivant que (1) est identique avec

$$\left(A'\gamma + \frac{dA'}{du}\right)x + \left(B'\gamma + \frac{dB'}{du}\right)y + \left(C'\gamma + \frac{dC'}{du}\right)z = D'\gamma + \frac{dD'}{du},$$

où

$$A' = A\lambda + \frac{dA}{dv},\quad B' = B\lambda + \frac{dB}{dv},\quad C' = C\lambda + \frac{dC}{dv},\quad D' = D\lambda + \frac{dD}{dv},$$

et où $\gamma$ désigne une certaine fonction de $u$ et $v$. L'identification donne les équations

$$\frac{d^2A}{du\,dv} + \lambda\frac{dA}{du} + \gamma\frac{dA}{dv} = A\theta,$$

. . . . . . . . . . . . . . .

$$\frac{d^2D}{du\,dv} + \lambda\frac{dD}{du} + \gamma\frac{dD}{dv} = D\theta,$$

où $\theta$ désigne encore une fonction de $u$ et $v$.

» Il résulte de ceci que A, B, C, D sont quatre fonctions de $u$ et $v$, solutions de l'équation

$$(4)\qquad \frac{d^2Z}{du\,dv} + \lambda\frac{dZ}{du} + \gamma\frac{dZ}{dv} = \theta Z.$$

» Réciproquement, si l'on connaît quatre solutions d'une pareille équation, où $\theta$, $\gamma$ et $\lambda$ sont trois fonctions que l'on se donne, on aura déterminé un système de droites remplissant l'espace pour lesquelles on connaîtra *à priori* les deux systèmes de développables qu'elles peuvent former.

» Or l'équation (4) est de la forme remarquable seule intégrale explicitement, comme l'a fait voir M. Moutard, et l'on connaît, d'après ce géomètre, les conditions auxquelles doivent satisfaire $\lambda$, $\gamma$ et $\theta$ pour que l'intégration puisse s'effectuer. Il en résulte que l'*on peut construire* à priori *tous les systèmes de droites pour lesquelles l'intégration des développables est possible explicitement.*

» Si l'on veut que les droites soient normales à des surfaces, il faut satisfaire à la condition

$$2\lambda + \frac{d}{dv}\,l\,(A^2 + B^2 + C^2) = 0,$$

qui donne pour $\lambda$ une valeur nulle si

$$A^2 + B^2 + C^2 = 1,$$

ce que l'on peut toujours supposer.

» Les considérations précédentes s'appliquent avec succès à certains cas particuliers dont je vais donner un exemple.

Lorsque les développables suivant lesquelles on peut ranger les normales d'une surface découpent sur une autre surface (A) un réseau conjugué, en faisant réfléchir sur (A) les droites du système, on obtient un second système de droites dont les développables découpent (A) suivant le réseau conjugué relatif au premier système. Ce théorème est dû à M. Dupin. Je désignerai par (S) un système de droites satisfaisant à cette condition.

» Dans une prochaine Communication, nous nous proposerons de trouver tous les systèmes (S) relatifs à une surface (A) du second degré. On établit d'abord facilement les propositions suivantes :

» 1° *Si un système de droites est tel, que les développables suivant lesquelles on peut les ranger découpent une surface du second degré* (A) *sur un réseau conjugué, le second réseau qu'elles y déterminent est également conjugué.*

» 2° *Pour exprimer la condition précédente, il suffit d'écrire que le pôle de l'un des plans tangents à l'une des développables par rapport à* (A) *est toujours situé dans le plan tangent à la développable, coupant le premier suivant l'une des droites du système.*

» 3° *Si, outre la condition précédente, on exprime que les droites sont normales à une surface, c'est-à-dire que le système est* (S) *par rapport à* (A), *il jouit de la même propriété par rapport à toutes les surfaces du second degré homofocales à* (A). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherche sur les trichloracétates métalliques.* Note de **M. A. Clermont.**

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises sur les trichloracétates, j'ai réussi à obtenir des sels analogues au trichloracétate acide de potasse que j'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 942); je suis arrivé aussi à reproduire l'acide trichloracétique par un nouveau mode d'oxydation du chloral hydraté.

» *Trichloracétate acide d'ammoniaque.* — Ce sel a été préparé en ajoutant, à un poids déterminé du trichloracétate neutre d'ammoniaque décrit par M. Dumas, la quantité d'acide trichloracétique théoriquement nécessaire pour former un sel acide; on obtient ainsi, après quelques jours d'évaporation lente à la température ordinaire, de beaux cristaux octaédriques, transparents, et rappelant bien, par leur aspect, ceux du trichloracétate de potasse. Ils ont donné à l'analyse les résultats suivants :

| | Trouvé. I. | Trouvé. II. | Calculé. |
|---|---|---|---|
| Ammoniaque | 7,14 | 7,09 | 7,55 |
| Acide trichloracétique | 89,53 | 89,70 | 89,82 |
| Eau (par différence) | 3,33 | 3,21 | 2,63 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

qui conduisent à donner au sel la formule $AzH^4O, HO, 2(C^4Cl^3O^3)$.

» Le trichloracétate acide d'ammoniaque se conserve sans altération à la température ordinaire; il donne naissance, lorsqu'on le chauffe modérément, à d'abondantes fumées blanches d'acide trichloracétique, tandis que la plus grande partie de l'ammoniaque passe à l'état de chlorhydrate.

» *Trichloracétate acide de thallium.* — J'ai obtenu ce sel en beaux octaèdres transparents, comparables à ceux des trichloracétates acides de potasse et d'ammoniaque, en abandonnant à l'évaporation lente une solution de carbonate de thallium (que je dois à l'obligeance de M. Lamy) dans l'acide trichloracétique en excès. Sa composition répond à la formule $TlO, HO, 2(C^4Cl^3O^3)$, comme le prouvent les nombres suivants :

| | Trouvé. I. | Trouvé. II. | Calculé. |
|---|---|---|---|
| Oxyde de thallium | 39,69 | 39,71 | 40,00 |
| Acide trichloracétique | 58,14 | 58,10 | 58,30 |
| Eau (par différence) | 2,17 | 2,19 | 1,70 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

» *Trichloracétate neutre de thallium.* — En ajoutant, à la solution du sel précédent, du carbonate de thallium jusqu'à cessation d'effervescence, on obtient, après évaporation lente, des aiguilles prismatiques très-fragiles, dont l'analyse a fourni les nombres suivants :

| | Trouvé. I. | Trouvé. II. | Calculé. |
|---|---|---|---|
| Oxyde de thallium | 57,22 | 57,39 | 57,84 |
| Acide trichloracétique | 42,09 | 42,07 | 42,16 |
| | 99,31 | 99,46 | 100,00 |

qui conduisent à donner au sel la formule $TlO, C^4Cl^3O^3$.

» Les résultats qui précèdent permettent de conclure que, dans les sels acides comme dans les sels neutres, l'acide trichloracétique et l'acide acétique ont la même capacité de saturation.

» *Action du permanganate de potasse sur l'hydrate de chloral.* — On peut

oxyder directement l'hydrate de chloral par le permanganate de potasse, et produire ainsi de l'acide trichloracétique, qui se combine à la potasse restée dans la liqueur : on peut obtenir ainsi facilement les trichloracétates neutre et acide de potasse.

» Quand on mélange, à équivalents égaux, des solutions concentrées de permanganate de potasse et d'hydrate de chloral, on obtient bientôt une réaction très-vive, qu'il faut modérer en entourant d'eau froide le vase où l'on a fait le mélange; la masse se boursouffle fortement, à cause du dégagement gazeux qui se produit à son intérieur; la liqueur, filtrée et convenablement évaporée, donne les aiguilles blanches soyeuses de trichloracétate neutre de potasse, décrites depuis longtemps par M. Dumas. En doublant la quantité d'hydrate de chloral, dans l'expérience précédente, on obtient le trichloracétate acide de potasse, que j'ai obtenu d'abord par l'union directe de ses éléments

» L'action d'un oxydant énergique, tel que le permanganate de potasse, permet donc d'arriver à l'oxydation du chloral sans employer l'acide azotique; c'est un moyen nouveau de préparer l'acide trichloracétique; j'étudie avec soin cette réaction et d'autres analogues, me proposant de revenir sur ce sujet. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de* M. O. Liebreich, *tendant à établir que la strychnine est l'antidote du chloral*. Note de **M. Oré**, présentée par M. Wurtz.

« Des recherches expérimentales que je poursuis depuis longtemps sur le chloral, considéré comme *anesthésique* et comme *antidote de la strychnine*, m'ont conduit à répéter les expériences que M. Oscar Liebreich a communiquées à l'Académie des Sciences sous ce titre : *La strychnine antidote du chloral* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 403; 1870).

» Les expériences de M. Oscar Liebreich peuvent se résumer ainsi :

» 1° Une injection hypodermique de 2 grammes de chloral est *mortelle* pour les lapins (p. 404).

» 2° Une injection de 1 milligramme et demi de strychnine est également mortelle (p. 404).

» 3° Si l'on fait à un lapin une injection sous-cutanée de 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine, alors même que les effets produits par une injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral (dose mortelle) ont commencé à se manifester, ces effets sont rapidement enrayés et l'animal revient à la vie. Il succombe, au contraire, si l'on n'injecte pas de strychnine (p. 404).

» *Conclusion.* — La strychnine est l'antidote du chloral.

» La lecture de cette Note a fait naître dans mon esprit des doutes que les faits suivants sont venus confirmer.

» 1° *Est-il vrai qu'une dose de 2 grammes de chloral, injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit suffisante pour occasionner la mort chez les lapins?*

» *Première expérience.* — Jeune lapin du poids de 1 kilogramme. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral. Après dix minutes, sommeil, affaiblissement musculaire et de la sensibilité. L'animal, injecté à $2^{h}\,30^{m}$, a succombé le soir.

» *Deuxième expérience.* — Lapin pesant $1^{kg}$, 350. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral. Phénomènes caractéristiques du chloral. Sommeil. Perte des mouvements volontaires et réflexes. Abolition de la sensibilité. Le soir tous les phénomènes ont disparu, l'animal a survécu.

» *Troisième expérience.* — Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral à un lapin de $1^{kg}$, 850. Apparition des phénomènes caractéristiques. L'animal a survécu.

» *Quatrième expérience.* — Lapin pesant $3^{kg}$, 85. *Première injection* de 2 grammes de chloral. Phénomènes caractéristiques, qui se dissipèrent bientôt. *Deuxième injection* de 1 gramme de chloral, trois heures après la première. L'animal, qui avait reçu 3 grammes de chloral, a parfaitement survécu.

» *Conclusion de cette première série d'expériences.* — Si la dose de 2 grammes de chloral injectée dans le tissu cellulaire est quelquefois *mortelle* pour les lapins (exp. 1), elle ne l'est pas toujours (exp. 2, 3, 4).

» 2° *Une injection hypodermique de* $1\frac{1}{2}$ *milligramme de strychnine constitue-t-elle une dose mortelle pour les lapins?*

» *Cinquième expérience.* — Lapin pesant 800 grammes. Injection sous-cutanée de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. Après 7 minutes, crises tétaniques. Mort en 12 minutes.

» *Sixième expérience.* — Lapin pesant $1^{kg}$, 350. Injection de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. Trois minutes après, crise tétanique qui a duré trois minutes, suivie de mouvements convulsifs qui n'ont pas cessé jusqu'à la mort.

» *Septième expérience.* — Au lapin pesant $1^{kg}$, 850, qui avait, trois jours auparavant, reçu, sans en ressentir aucun effet fâcheux, 2 grammes de chloral, j'injectai $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. L'animal a eu deux crises tétaniques légères, après lesquelles il est revenu à son état normal. Il a fallu 2 *milligrammes de strychnine* pour amener la mort.

» *Huitième expérience.* — Lapin de 3 kilogrammes. Première injection de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. Deux crises convulsives, puis retour à l'état normal. Quelques jours après deuxième injection de 2 milligrammes. Nouvelles crises tétaniques qui se dissipèrent bientôt. Ce lapin n'a succombé qu'à une troisième injection de $2\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine.

» *Conclusion de cette seconde série d'expériences.* — Si $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine peut occasionner la mort chez quelques lapins (exp. 5 et 6), il ne l'occasionne pas chez d'autres (exp. 7 et 8).

» A quoi tiennent les différences dans les résultats observés par M. Liebreich et par moi? Elles tiennent incontestablement au *mode d'expérimentation* et surtout *au poids* de l'animal dont il paraît s'être peu préoccupé.

» Si, confiant dans l'affirmation de M. Liebreich que 2 grammes de chloral constituent une dose mortelle, j'avais, dans le but de neutraliser cette dose, injecté $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine au lapin qui fait l'objet de la septième expérience, on aurait certainement invoqué, comme favorable à sa thèse, le résultat heureux que j'ai signalé. Or ce lapin a supporté, sans mourir, la dose de 2 grammes de chloral, et, quelques jours après, celle de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. D'où cette conclusion que $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine aurait paru, dans ce cas, avoir empêché de mourir par le chloral un animal qui sans cela ne serait pas mort. Du reste, ce n'est pas seulement dans sa Note à l'Académie des Sciences que M. Liebreich ne fait aucune mention du *poids exact* des animaux; dans son Mémoire, l'*Hydrate de chloral*, traduit par Is. Levaillant, on lit :

» *Observ.* 7. — Je me suis servi d'un grand lapin noir, très-agile, qui reçut 1 gramme de chloral (p. 29). Ce lapin a survécu.

» *Observ.* 8. — Je pris un grand lapin qui reçut 1 gramme de chloral (p. 31). L'animal a survécu.

» *Observ.* 9. — Quatre lapins de *moyenne grandeur* reçurent : les deux premiers 90 centigrammes de chloral ; le troisième, $1^{gr},80$ ; le quatrième, $3^{gr},60$ (p. 33). Les trois premiers survécurent, le quatrième mourut.

» *Observ.* 10 et 11. Il s'agit de deux lapins noirs de *moyenne grandeur*. Le premier reçut 2 grammes, le second $2^{gr},50$ (p. 34 et 35). Ils succombèrent tous les deux.

» Ces six dernières observations ne démontrent-elles pas, jusqu'à l'évidence, l'action qu'exerce le poids de l'animal sur le résultat de l'expérience? Les six lapins étaient de *moyenne grandeur*. Or le chloral qui n'a pas tué les uns a fait mourir les autres. Ils se ressemblaient cependant tous par la taille, les doses de chloral injectées étant seules différentes. Donc le même poids nécessite les mêmes doses, qui doivent varier avec lui.

» CONCLUSION. — *Il est possible que la strychnine soit l'antidote du chloral, mais les expériences de M. O. Liebreich, reposant à leur point de départ sur une donnée expérimentale défectueuse, sont insuffisantes pour le démontrer.* »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur la distribution géographique des Ulmidées ou Ulmacées proprement dites.* Note de **M. J.-E. Planchon**, présentée par M. Decaisne.

« En reprenant, pour le *Prodromus* de De Candolle, l'étude de la famille des Ulmacées, je ne trouve qu'un genre absolument neuf et que très-peu

d'espèces nouvelles à joindre à une première monographie de ce groupe, publiée en 1848. Les coupes d'ensemble, déjà bien vues par M. Spach, ne sont que très-peu modifiées. Il s'agit d'arbres ou d'arbustes faciles à voir ou à récolter, répandus principalement dans des régions assez explorées. C'est donc une famille qui se prête aux considérations géographiques, parce que la grande majorité des espèces en est connue, que les groupes génériques ou sous-génériques en sont clairement définis, et que les grandes coupes en sont évidemment naturelles. Ces coupes ou sections se réduisent à deux seulement : 1° les Ulmidées groupées autour des types *Ulmus* et *Planera*; 2° les Celtidées, rangées autour du genre *Celtis*.

» Les Celtidées sont, dans la famille, la section à peu près cosmopolite, puisqu'elle occupe toute la zone intertropicale et qu'elle s'étend dans les zones tempérées des deux hémisphères. Nous en ajournerons cette fois l'étude, pour ne traiter que des Ulmidées, groupe beaucoup plus restreint dans son extension géographique.

» Caractérisées par leur fruit sec, non drupacé, les Ulmidées comprennent cinq genres, savoir : *Planera, Zelkova*, *Hemiptelea*, *Ulmus* et *Holoptelea.* Trois de ces genres ont chacun une seule espèce, confinée dans une aire spéciale : le *Planera aquatica*, Gmel., dans les États sud de l'Amérique du Nord (Géorgie, Caroline, Floride); l'*Hemiptelea Davidii*, Planch., dans la Mongolie orientale; l'*Holoptelea integrifolia*, Planch., dans les montagnes élevées de la péninsule de l'Inde et de Ceylan. Ce dernier genre est le seul qui s'avance franchement dans les tropiques; le reste de la section habite presque exclusivement la zone moyenne de notre hémisphère, entre le 30ᵉ et le 64ᵉ degré de latitude.

Le *Zelkova*, Spach., genre parfaitement naturel, comprend trois espèces: l'une d'elles, *Zelkova cretica*, Spach., connue dès le XVIᵉ siècle sous le nom d'*Abelicea*, est cantonnée sur les plus hautes montagnes de l'île de Crète; la seconde, *Zelkova crenata*, Spach., plus connue sous le nom d'*Orme du Caucase* ou de *Planera Richardi*, est un type essentiellement caucasique; la troisième, enfin, *Zelkova acuminata*, Planch. (*Planera acuminata*, Lindl.); *P. japonica*, Miq., *Ulmus Kia-Ki* et *Planera Kia-Ki* des jardins (1), est particulière au Japon.

» Voilà donc un genre dont une espèce est méditerranéenne et insulaire, une autre de l'Asie occidentale, et une troisième des grandes îles à l'est de

---

(1) Cette espèce vient de fleurir pour la première fois en Europe, dans le jardin d'un amateur très-distingué de plantes, M. Eugène Mazel, de Montsauve, près Anduze (Gard). C'est d'après ces fleurs que j'ai pu en déterminer le genre avec une certitude absolue.

l'Asie. Cette dernière est parfaitement caractérisée, tandis que les *Zelkova crenata* et *cretica* ne diffèrent l'une de l'autre que par des nuances, et que le *Zelkova crenata* lui-même, d'après les indications que me transmet M. de Saporta, se confond presque avec le *Planera* ou *Zelkova Ungeri*, une des espèces fossiles les plus répandues dans les terrains tertiaires de l'Europe.

Pour bien saisir la distribution géographique des *Ulmus*, il faut considérer à part chacune des sections du genre, sections très-naturelles d'ailleurs et très-faciles à définir. Ce sont : les *Oreoptelea*, Spach., à fleurs longuement pédicellées, à calice oblique, à samares non ciliées; les *Dryoptelea*, Spach., à courts pédicelles, à calice cyathiforme régulier; à samares non ciliées; les *Microptelea*, Nob. (genre *Microptelea*, Spach.), à courts pédicelles, à calice profondément découpé, à samares dépourvues de cils.

» La section *Oreoptelea* renferme un petit nombre d'espèces, dont une seule européenne, deux de l'Amérique du Nord, une quatrième du Mexique.

» L'espèce européenne (*Ulmus pedunculata* ou *effusa*) semble avoir en Russie son principal centre d'extension : elle manque à la Sibérie, s'avance en Suède jusque dans l'est du Smöland et s'étend vers l'ouest par la Hongrie vers le centre de l'Allemagne, l'est de la Belgique et de la Suisse, le centre et l'ouest de la France, jusqu'à Nantes (*fide* Boreau).

» Des deux espèces des États-Unis, l'une (*Ulmus americana*, Michx.) s'étend du Canada inclusivement jusque dans la Géorgie et la Floride; l'autre (*Ulm. alata*, Michx.), plus particulièrement méridionale, remonte de la Floride, de la Géorgie et de la Caroline jusque dans le Tennessee et le Missouri. L'espèce mexicaine enfin (*Ulmus mexicana*, Planch., *Chætoptelea mexicana*, Liebm.), est un type très-spécial, au lieu que l'*Ulmus pedunculata* d'Europe et l'*americana* des États sont deux espèces très-voisines par l'ensemble de leurs caractères.

» L'absence d'*Ulmus* de cette section dans toute l'Asie est un fait assez singulier et qui contraste avec la distribution européo-asiatique des *Planera*.

» La section *Dryoptelea* comprend les Ormeaux par excellence, notamment les types *campestris* et *montana*, espèces essentiellement polymorphes, dont nous avons groupé les formes en nombreuses catégories. Le détail de ce groupement ne pouvant trouver place ici, signalons simplement comme fait saillant la vaste extension de ces deux espèces, dans le sens des longitudes, depuis l'extrême ouest de l'Europe jusqu'à l'est de la partie

tempérée ou froide de l'Asie, dans la région du fleuve Amour. Quant aux latitudes, l'*Ulmus campestris* occupe une aire plus large que le *montana*, puisqu'on l'observe en Tunisie et en Algérie, où l'*Ulmus montana* n'a pas été signalé.

» L'*Ulmus pumila*, Pallas (*pro parte*), est une espèce de l'Asie moyenne, qui s'étend du lac Baïkal à la Mongolie, où vient de la retrouver M. l'abbé Armand David.

» Une autre espèce très-voisine de notre *Ulmus campestris* (*Ulmus Davidiana*, Planch. mss.), une seconde très-distincte, bien que parente du *montana* (*Ulmus macrocarpa*, Hance), représentent encore cette section dans les régions septentrionales de la Chine.

» Le même groupe compte dans le nord de l'Inde anglaise deux espèces (*Ulmus Wallichiana*, Planch. et *U. virgata*, Wallich) : une espèce douteuse (*U. erosa*, Roth) est signalée dans la Péninsule en deçà du Gange; enfin l'Orme fauve d'Amérique (*Ulmus fulva*, Michx.) complète cette série des *Oreoptelea*, série la plus nombreuse du groupe et la seule qui occupe à la fois l'Europe, l'Afrique, l'Asie et l'Amérique du Nord.

» Reste une troisième section : celle des *Microptelea*. Son prototype est l'*Ulmus parvifolia*, Jacq. (*Ulmus chinensis*, Pers.), arbuste des parties méridionales de la Chine et du Japon, dont la résistance aux hivers du sud de la France est moindre que celle de ses congénères, et dont les feuilles sont habituellement demi-persistantes. L'analogue de cette espèce a été découvert dans l'Himalaya, par le docteur J.-D. Hooker (c'est notre *Ulmus Hookeriana*). En Amérique (Texas, Arkansas, Louisiane), la section est représentée par l'*Ulmus crassifolia*, Nuttall, espèce remarquable, à feuilles apparemment demi-persistantes, et dont M. de Saporta me signale la ressemblance générale avec les feuilles d'un Ormeau fossile d'Armissan et d'Allemagne.

» Ainsi la section *Microptelea* donne une de ses espèces à l'Asie moyenne (Himalaya), une seconde à l'Asie occidentale (Chine tempérée, Japon), une troisième à la partie de l'Amérique du Nord qui confine au nouveau Mexique; c'est le groupe le plus méridional, puisqu'il s'étend à peu près du 23^e^ au 35^e^ degré de latitude. C'est aussi celui qui reproduit le mieux les rapprochements bien connus entre la végétation de l'Himalaya, de la Chine et du Japon, et celle de l'Amérique septentrionale.

» En résumé, le groupe entier des Ulmidées, composé d'arbres ou d'arbustes la plupart à feuilles caduques et à floraison précoce, est à peine représenté dans la zone tropicale. Il occupe en latitude, dans notre hémi-

sphère, une vaste zone comprise entre le tropique et le 64$^e$ degré, presque aux confins du cercle arctique. Sur ses cinq genres, trois sont monotypes e relativement localisés (*Planera*, *Hemiptelea*, *Holoptelea*). Les trois espèces de *Planera* se partagent entre la Crète, le Caucase et le Japon. Le genre *Ulmus* seul est à la fois dans les deux mondes; mais sa première section (*Oreoptelea*) est européenne; sa troisième (*Microptelea*) est américaine et asiatique; la seconde donne à l'Amérique une espèce (*Ulmus fulva*), à l'Asie quatre espèces particulières (*U. pumila*, *Wallichiana*, *virgata*, *erosa*), une espèce à l'Europe, à l'Afrique du Nord et à l'Asie (*U. campestris*), enfin une espèce (*U. montana*) à l'Europe et à l'Asie prises ensemble. Le centre de la section, au moins à l'époque actuelle, paraît donc être asiatique, puisque l'Europe n'a pas une espèce qui lui soit propre, que l'Amérique en a une seule, et que l'Asie en possède quatre à elle, sans compter les deux qui lui sont communes avec l'Europe.

» En étendant cette dernière observation à tout le groupe, l'Asie est encore le principal centre des Ulmidées. Si l'Amérique, en effet, possède seule le *Planera*, l'Asie a deux sections sur trois du genre *Ulmus*, le *Zelkova* en commun avec l'Europe, et pour elle seule les types *Holoptelea* et *Hemiptelea*.

» Pour donner, du reste, à ces remarques plus d'étendue et de généralité, nous attendrons d'avoir soumis au même examen la tribu des Ulmacées, celle dont les types se groupent autour du genre *Celtis*. »

**M. Harting** adresse, d'Utrecht, la description et la figure d'un instrument auquel il donne le nom de *physomètre*, et qui a été imaginé d'abord pour rendre visibles et mesurables les variations de volume de l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons, pendant la vie. Il est également propre à évaluer les changements de volume de certains corps; par exemple, ceux des muscles pendant la contraction, ou ceux du caoutchouc quand on l'étire.

**M. Fr. Michel** soumet au jugement de l'Académie la description d'un appareil qu'il se propose de faire construire, et qui est destiné à amplifier et à enregistrer, d'une manière continue, la déclinaison et l'inclinaison magnétiques. Cet appareil présente une grande analogie avec le galvanomètre de Thomson; l'auteur espère qu'il pourra permettre de vérifier si, pendant les éclipses, l'aiguille aimantée subit une influence anomale quelconque.

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Becquerel.)

M. A. Brachet adresse une Note, accompagnée de figures, concernant une nouvelle lampe électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Graillat demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 7 août 1871.

Ce pli contient une Note relative à un clavi-chiffre; elle est renvoyée à l'examen de M. Serret.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente, par l'organe de son doyen, M. Andral, la liste suivante de candidats à la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *Stan. Laugier* :

| | |
|---|---|
| *En première ligne* . . . | M. Sédillot. |
| *En deuxième ligne, par ordre alphabétique* . . | M. Gosselin.<br>M. Jules Guérin.<br>M. Huguier.<br>M. Richet. |
| *En troisième ligne, par ordre alphabétique* . . | M. Marey.<br>M. Piorry.<br>M. Sappey.<br>M. Vulpian. |

Les titres de ces candidats sont discutés.
La discussion continuera dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

---

*ERRATA.*

(Séance du 3 juin 1872.)

Page 1441, ligne 17, *au lieu de* entre des dimensions, *lisez* entre les dimensions.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT DE L'INSTITUT invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la séance générale trimestrielle qui doit avoir lieu le mercredi 3 juillet prochain.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse aux observations présentées par* M. Respighi, *sur quelques particularités de la constitution du Soleil.* Note du **P. Secchi.**

« Rome, ce 5 juin 1872.

» La Note insérée par M. Respighi dans les *Comptes Rendus* du 27 mai 1872, p. 1387, conduit à cette conclusion, que tout ce que j'ai communiqué à l'Académie, depuis un an de travail soutenu, ne présente aucune consistance, et que, si dans ces Mémoires il se trouve quelques assertions exactes, c'est à lui qu'elles appartiennent. Les arguments que soutient M. Respighi à l'appui de sa thèse sont si vagues, les documents sont si peu entre les mains des savants, que l'Académie me permettra sans doute de me défendre d'une attaque aussi inattendue qu'imméritée.

» M. Respighi commence par dire que, en octobre 1871, il se trouvait en possession d'un grand nombre d'observations, recueillies dans le cours

des deux années précédentes, desquelles il résulte qu'il faut rejeter mes assertions (p. 1387, lig. 29). Ces observations lui suffisent, à moins que je n'accuse les dessins *d'inexactitude*. Je répondrai qu'il y a des vérités qu'on dissimule autant qu'on le peut, mais qu'on est enfin obligé de dire, et c'est ici le cas. Je dois avouer que, maintenant que j'ai réussi à vaincre les grandes difficultés que présente pour ces observations un instrument de grandes dimensions, je ne trouve nullement exactes les figures de M. Respighi. Ces difficultés n'ont pas cependant été dissimulées complétement; on peut voir mes remarques dans le *Bulletin météorologique* de 1870, p. 74, où, sans nommer M. Respighi, ce sentiment est bien exposé.

» Le type général d'arbres qu'il a adopté, je ne le vois pas, et M. Tacchini ne le voit pas davantage. La petitesse de son instrument lui a fait voir ces arbres à peu près comme on voit dans les nuages des châteaux et des géants. Si la forme arborescente existe quelquefois (et elle est rare), c'est plutôt celle du palmier; elle se vérifie dans les éruptions proprement dites, et est de peu de durée. Ces formes représentent les arbres comme les jets du Vésuve représentent *un pin*. J'ai donné, dans les *Comptes Rendus* et dans plusieurs autres Publications, les formes élémentaires des protubérances et celles de leurs combinaisons, justifiées par l'accord avec M. Tacchini : on peut voir si l'on y trouve les arbres et les autres formes si fréquemment signalées par lui.

» C'est justement encore pour résoudre cette question que nous avons institué notre Société spectroscopique; les figures aujourd'hui imprimées peuvent être jugées par tout le monde : on verra si elles ont les formes indiquées par cet observateur. Il est regrettable que M. Respighi n'ait pas consenti à mettre ses figures en parallèle avec les nôtres. Il est incontestable maintenant que, malgré l'habileté de l'observateur, les grands instruments sont plus propres que les petits pour reconnaître les détails des protubérances, et on en tire un grand avantage lorsqu'on a surmonté les premières difficultés.

» J'avoue que ce furent bien ces difficultés qui m'arrêtèrent au commencement, et c'est pourquoi j'engageai M. Respighi à s'occuper de ce genre d'observations avec son petit instrument, beaucoup plus maniable; mais à présent je suis d'un avis contraire, la supériorité des grands instruments étant incontestable.

» M. Respighi rappelle ses 280 profils du disque solaire; je n'ai pas manqué de les examiner, mais ce nombre n'est pas si accablant, que le nôtre doive disparaître en comparaison. Du 23 avril au 31 décembre 1871 nous

en avons fait 184; si l'on y ajoute les 59 autres de cette année jusqu'au 22 avril, la somme de 243 ne nous paraît nullement la sixième partie de ses observations. Mais M. Respighi oublie la circonstance, qu'il avoue lui-même ailleurs (note 4), qu'une grande partie de ses observations tombe dans une époque extrêmement troublée, de sorte qu'il faudrait presque opposer à la règle des vents atmosphériques régnant en temps de calme celle qu'on trouve pendant les tempêtes. Enfin, la logique rigoureuse pourrait exiger que nous bornions notre conclusion à la *seule période* de notre observation, ce que nous sommes fort disposé à faire, connaissant bien les caprices de cette matière, qui a déjà démenti un grand nombre même des premières conséquences de M. Respighi.

» Mais l'accusation capitale est celle qui est formulée (page 1388, lig. 29 et suiv.) : « Si le P. Secchi avait examiné les écrits que je viens de rappeler, » il n'aurait pas donné comme découvertes nouvelles des résultats auxquels » j'étais parvenu plus d'une année auparavant, tels que la distribution des » protubérances en rapport avec l'axe de rotation ; » et ici il cite ses Notes de l'Académie des Lincei, III<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup>. Voyons d'abord ce qui se rapporte à la Note IV. Elle porte la date du 30 juillet 1871, mais je ne l'ai reçue que le 14 août (elle a été publiée même plus tard dans les *Atti*). Or cette date est postérieure à celle de ma Communication à l'Académie, du 17 juillet 1871, à celles de mes Communications à l'*Académie Pontificale de N. Lincei*, et surtout à celle du 26 juin 1871 des *Comptes rendus*. M. Respighi, dans cette Note, publie les résultats de ses observations en adoptant le système que j'avais adopté pour les miennes, et son résultat s'accorde avec le mien. M. Respighi sait que je l'avais invité moi-même, dans une conversation, à faire cette comparaison, après que j'avais déjà publié mes résultats. La Note IV est donc hors de cause.

» La Note III est *publiée* le 28 février 1871, après que, dans de nombreuses publications précédentes, et surtout dans le *Bulletin météorologique* du 31 octobre 1870 (p. 75), j'avais fait remarquer que les protubérances se rencontraient de préférence dans les régions des taches et des facules, proposition qui détermina alors une grande opposition de la part de M. Respighi. Dans cette Note III, à la page 76, § I, nous avons tout ce qui a été dit alors sur la distribution des protubérances. Je vais extraire textuellement ce que dit l'Auteur :

« Nelle regioni circumpolari, e cioè fino alla distanza di 20° dai poli, il fenomeno delle protuberanze o non si verifica mai, o in modo del tutto eccezionale. Anche in queste regioni pero lo strato rosato e la superficie solare non debbono ritenersi in una perfetta calma;

perché la presenza di piccoli getti e le irregolarità più o meno marcate dello strato stesso accusano uno stato di continua agitazione e di continue ma moderate eruzioni. »

» Pour cette région, nous savons maintenant que de grandes protubérances peuvent se manifester dans les époques de grande activité et qu'elles présentent le phénomène des filets verticaux et des espèces de pluies ignées. Le dernier mot, sous ce rapport, n'était donc pas encore dit par M. Respighi :

« Dal complesso delle osservazioni fatte dal 26 octobre 1869 fino al presente risulta che l'emisfero boreale del Sole è sensibilmente più soggetto dell'emisfero australe ai fenomeni delle protuberanze od alle eruzioni. »

» Or nous savons qu'il n'en est pas ainsi, et que pendant une longue période c'est le contraire qui s'est vérifié ; nous ne savons pas ce qui arrivera ensuite. Il y avait donc lieu de s'occuper de ce sujet, pour savoir la portée de ces expressions.

« Nell' emisfero boreale, le grandi protuberanze, cioè quelle non meno alte di 1', ossia più di tre diametri terrestri, sono marcatamente più frequenti nelle due zone comprese tra 10° e 20° e da 60° a 70° di latitudine, e la minore frequenza si presenta in prossimità dell' equatore e nella zona compresa dai 30° ai 40° di latitudine. Nell' emisfero australe la frequenza delle protuberanze è presso a poco costante nella zona compresa dai 20° ai 60° di latitudine, decrescendo poi rapidamente nelle maggiori vicinanze all' equatore e ai poli. »

» Ici l'on trouve sans doute un aperçu général de la distribution des protubérances, aperçu qui ne pouvait échapper à une observation superficielle, d'une suite de bords disposés l'un au-dessus de l'autre. Mais tout cela se réduit au fond à ce que j'avais énoncé, que les régions des protubérances les plus vives coïncident avec les régions des taches et des facules. Mais on voit toute l'indétermination de ces résultats, et je dirai aussi leur inexactitude, car ces limites ne sont pas d'accord avec la détermination plus précise, faite ensuite dans la Note IV. Il est donc évident que l'auteur ne donnait que des *à peu près* et qu'il fallait discuter la question rigoureusement : comme j'avais reconnu l'imperfection des dessins de M. Respighi, j'ai entrepris une série d'observations indépendantes, dès le 23 avril. Mon but était d'éclaircir la question du rapport entre les protubérances et les facules; leur distribution ne ressortit dans mes recherches que comme un accessoire. M. Respighi ajoute ensuite quelques détails sur la distribution des protubérances dans l'hémisphère nord, et il donne un tableau des hauteurs moyennes des protubérances dans les deux hémisphères; il dit seulement que, dans les régions des facules, elles sont plus fréquentes,

comme les éruptions (page 80), ce que j'avais déjà constaté moi-même. Mais il montre une réserve extrême et réclame des observations ultérieures.

» M. Respighi n'avait donc pas une grande foi dans ses résultats; c'est pourquoi il n'a pas réclamé après mes publications, à ce moment, mais il a attendu une année, et plus, pour le faire!

» Il y avait donc lieu, d'après ses expressions mêmes, à quelque recherche et à quelque travail (qu'on l'appelle découverte ou non, peu importe), et surtout il y avait lieu de préciser le vague de ses appréciations; dans ce genre de recherches, c'est déjà quelque chose. Tout le monde peut voir, dans les *Comptes rendus*, mes tableaux et mes comparaisons, et juger si *j'ai annoncé cette prétendue découverte presque dans les termes dont il s'est servi.* Entre les tableaux précis et le vague d'une énonciation quelconque, déjà en partie formulée par moi avant lui, il y a une grande différence. Que si M. Respighi a présenté les tableaux de sa Note IV, c'est encore après moi qu'il l'a fait, et sur ma propre demande; s'il l'avait fait auparavant, il n'y serait pas revenu dans cette publication postérieure. Je ne fatiguerai pas l'Académie en reprenant en détail les expressions qui ont été trouvées inexactes avec le temps dans les assertions de M. Respighi : on ne peut pas prétendre qu'une étude nouvelle arrive à la perfection, le premier jour, *et hanc veniam petimusque damusque vicissim.* Nous lui demanderions pour nous la même indulgence. Il nous reproche de n'avoir pas vérifié la loi des protubérances placées à l'extrémité d'un même diamètre; nous n'avons pas donné cette situation comme une loi, mais comme une coïncidence qui mérite attention; nous en dressons une statistique plus exacte, et nous verrons si l'on doit en tenir compte ou non. Le défaut de cette coïncidence serait un argument peu favorable à la précision des observations de M. Respighi, car elle est plus fréquente qu'il ne pense.

Quant à la direction générale des protubérances, M. Respighi assure (page 1389) qu'il n'est pas passé près d'une loi sans la reconnaître, *mais qu'il a cherché à vérifier une découverte annoncée par un autre, et constaté finalement que cette découverte n'existe pas.* J'ai déjà indiqué ici même les causes de son insuccès : l'imperfection des instruments, la plus grande imperfection des dessins et (qu'on me permette aussi de le dire) la surprise de n'avoir pas vu ce qui du reste est assez clair, et quelques autres raisons encore, suffisent pour rendre compte de ce désaccord.

» Quoi qu'il en soit, je maintiens mes observations, assuré sur le témoignage de mes yeux, la sincérité de ma conscience et la bonté de mes instruments : je remarquerai seulement que M. Respighi ne tient pas compte

d'une restriction que j'ai soigneusement indiquée, savoir, que ce ne sont pas *toutes* les protubérances qui ont cette direction, mais que parmi celles qui ont une direction, la majorité suit cette loi. Leur nombre est, en moyenne, de 45 pour 100 sur la totalité. M. Respighi prétend que même *à priori* ma conclusion est insoutenable; car selon lui « ce qui carac-
» térise d'ordinaire les infléchissements des protubérances, c'est qu'ils se
» produisent non pas d'un mouvement graduel et continu, mais brusque-
» ment et presque par sauts et avec une rapidité prodigieuse. »

» Je dirai d'abord qu'ici M. Respighi confond ensemble deux classes de protubérances : celles des éruptions, qui sont très-agitées, dirigées en tous sens et très-mobiles, et celles qui sont propres aux régions calmes (1). Ces dernières conservent, pendant des journées entières, une direction constante, comme nous nous en sommes bien souvent assurés. De plus, en admettant même son principe, que cela dépend du hasard, ne faut-il pas une cause quelconque pour faire que ce hasard produise un effet dans le même sens pour un nombre de cas qui s'approche de la moitié de la totalité? C'est justement la cause de ce hasard que nous avons cherchée; notre explication pourra être confirmée ou détruite par des observations à venir, mais les arguments métaphysiques ne pourront jamais détruire une suite de faits observés.

» Je terminerai en signalant une phrase qui pourrait bien induire le lecteur en erreur, même contre l'opinion de M. Respighi. Il dit (page 1388, ligne 6, en montant) : *Le P. Secchi doit bien savoir que mes observations, instituées longtemps avant les siennes, etc.* Les observations de M. Respighi sur les protubérances datent du 26 octobre 1869, époque à laquelle je l'engageai à s'occuper de cette recherche; or il est bien connu que des travaux considérables ont été faits par moi avant cette époque, et que j'étais arrivé déjà à des conclusions importantes, même sur leur position et leur distribution par rapport aux taches et aux facules, comme on peut le voir dans mon Mémoire inséré dans les *Atti della Soc. Italiana* (t. II, p. 1, 3e série), et dans un grand nombre de Communications insérées dans les *Comptes rendus* et d'autres publications; j'ai eu l'honneur d'en faire constater les résultats par M. Respighi et par d'autres astronomes très-distingués. Les

---

(1) Cette confusion se retrouve dans le passage où il croit avoir observé la structure filamenteuse des protubérances. Ces filets n'appartiennent qu'aux éruptions, comme on peut s'en convaincre en examinant les travaux. Or alors les filets sont visibles avec la plus grande facilité.

recherches qui sont maintenant en question sont simplement celles qui ont été effectuées d'après le système introduit par M. Zœllner, et qui consiste à observer les protubérances avec une fente élargie.

» Je demande pardon à l'Académie d'être entré dans tant de détails, mais ils serviront à montrer la nécessité qu'il y avait d'entreprendre une suite d'observations simultanées et comparées, ce que nous avons fait, MM. Tacchini, Lorenzoni et moi; et si M. Respighi eût bien voulu consentir à comparer nos observations avec les siennes et faire, comme l'a fait M. Tacchini, la comparaison de nos instruments, ce à quoi nous nous serions prêtés bien volontiers, une grande partie de ces discussions aurait été évitée. Malheureusement cela n'a pas été fait, et c'est pourquoi il sera peut-être difficile de s'entendre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De la nature orageuse et de la répartition inégale des pluies à la surface du département de l'Hérault.* Note de **M. Ch. Martins.**

« Dans le nord de la France les précipitations aqueuses de l'atmosphère ont lieu de deux manières bien différentes. Ou bien des nuages amenés par les vents occidentaux se résolvent doucement en pluies fines et continues qui tombent sur de larges surfaces, ou bien un orage parfaitement caractérisé monte à l'horizon; l'éclair brille, le tonnerre gronde et chaque coup est suivi d'une averse abondante, mais de courte durée; puis au bout d'un temps plus ou moins long, mais qui ne dépasse pas quelques heures, l'orage se dissipe et le ciel reprend sa sérénité. Il n'en est pas de même sur les côtes du Languedoc. Depuis vingt ans que j'habite Montpellier, je suis frappé des allures de la pluie qui sont complétement différentes de ce que j'ai observé à Paris, en Suisse et en Scandinavie.

» Sur le rivage languedocien de la Méditerranée toutes les pluies, même celles qui durent plusieurs jours, ont un caratère orageux résultant de la superposition de deux couches de nuages chargées d'électricité contraire. Souvent les habitants du littoral voient des nuages, noirs, bas, chargés de pluie, charriés par le sud-est, défiler incessamment sur leurs têtes sans qu'il tombe une seule goutte d'eau sur la terre altérée. Mais que la température baisse un peu, que le nord-ouest commence à souffler dans les régions supérieures de l'atmosphère, que l'on entende un coup de tonnerre lointain, quelquefois isolé, et aussitôt la pluie tombe avec abondance et persiste pendant vingt-quatre heures. Des décharges électriques dont les éclairs sont invisibles se font entre les cumulus ou cirro-cumulus *blancs* électropositifs

amenés par le vent du nord et les nimbus *noirs*, bas et électronégatifs poussés par les vents marins. Quand il se fait une déchirure dans la couche noire, on voit à travers cette ouverture les cumulus ou cirro-cumulus isolés caractéristiques du mistral qui naviguent pour ainsi dire en sens contraire au-dessus de la couche sombre qui se résout en pluie. Depuis vingt ans j'ai entendu ainsi 236 fois le tonnerre accompagnant la pluie, sans qu'il y eût un orage proprement dit rapproché ou éloigné de Montpellier, c'est-à-dire des éclairs, des coups de tonnerre répétés et des édifices ou d'autres objets terrestres foudroyés. Quelquefois, surtout au printemps, la nature orageuse de la pluie se traduit par de la grêle ou des giboulées qui tombent avec elle.

» Cette nature orageuse de la pluie dans l'Hérault nous explique pourquoi les quantités annuelles qui tombent dans des localités très-rapprochées sont souvent si différentes. En effet, les pluies générales tranquilles, amenées par les vents du sud-ouest sur les régions océaniennes de l'Europe, ne présentent pas dans leurs moyennes annuelles les divergences qu'on est surpris de constater dans un même département. Ainsi je prends le tableau dressé par M. Becquerel (1) des pluies tombées dans le bassin inférieur de la Loire, du Bec d'Allier à Saint-Nazaire, de 1859 à 1866, où les stations de Givry, Saint-Satur, Gien, Orléans, Blois, Tours, Bressuire, Pont-de-Cé, Nantes et Saint-Nazaire sont espacées sur une longueur de 400 kilomètres. La plus grande différence que je trouve entre deux stations s'est produite en 1866 : cette année on recueillit 396 millimètres d'eau en plus à Saint-Satur qu'à Tours. La distance horizontale des deux stations est de 160 kilomètres et la différence de niveau de 93 mètres.

» En opérant pareillement sur les bassins de l'Allier, de Langogne à Moulins, pour les mêmes années, je constate que la différence maximum s'est produite en 1864 entre Langogne et Ebreuil : elle s'élève à 520 millimètres. Les deux stations ont une différence de niveau de 600 mètres; la distance horizontale est de 180 kilomètres.

» J'ai emprunté également aux résumés de la Commission hydrométrique de Lyon, rédigés par M. Fournet, les quantités annuelles de pluie recueillies dans le bassin du Doubs, aux stations du fort de Joux, Montbéliard, Besançon et Dole, pendant six années. La différence la plus grande que je trouve a été de 551 millimètres entre Besançon et le fort de Joux, dont la différence d'altitude est de 744 mètres et l'écart horizontal de 42 kilomètres.

» Combien ces différences sont plus considérables dans le département

---

(1) *Sur les pluies de France* (*Mémoires de l'Institut*, t. XXXVI; 1867).

de l'Hérault? En 1870, entre Béziers et Fraïsse, distants de 46 kilomètres, on constate dans l'année une différence de 930 millimètres de pluie, et, en 1871, entre Plonzac et le Poujol, éloignés de la même distance, un écart de $1^{m},436$. Même entre Cette et Montpellier, éloignés seulement de 30 kilomètres et dont les pluviomètres ont la même altitude, elle s'est élevée en 1871 à 421 millimètres et, en 1857, à 565 millimètres. La différence de niveau joue ici un très-grand rôle : elle est, avons-nous dit, de 90 mètres entre Saint-Satur et Tours, de 600 mètres entre Langogne et Breuil, de 744 mètres entre Besançon et le fort de Joux, tandis qu'elle s'élève à 930 mètres entre Béziers et Fraisse. Mais entre Olonzac et le Poujol, elle ne dépasse pas 97 mètres, écart trop peu considérable pour pouvoir entrer en ligne de compte. Je persiste donc à croire qu'en dehors de la région méditerranéenne les différences des quantités de pluie dans un même bassin entre des localités éloignées sont beaucoup moins considérables que dans l'Hérault entre des points très-rapprochés. Ces différences tiennent en partie à ce que les nuages bas, amenés par les vents du sud, rencontrent non loin du littoral une chaîne de montagnes parallèle à la côte qui les arrête et le courant polaire supérieur qui les refroidit. De là le caractère orageux et l'inégalité des précipitations aqueuses sur des points très-rapprochés l'un de l'autre. En Algérie, où la configuration du pays ressemble à celle du midi de la France, on constate des phénomènes semblables. Là aussi les pluies sont torrentielles, et les nuages amenés par le nord-ouest sont arrêtés par la chaîne de l'Atlas, qui court parallèlement à la côte dont elle n'est pas fort éloignée.

» La nature orageuse de la pluie nous explique donc pourquoi elle ne tombe pas uniformément comme dans le nord, pourquoi sa densité et sa durée varient à de faibles distances, telles que celles qui séparent dans la plaine les stations de Cette et de Béziers, de Montpellier et de Lunel. Ces différences sont telles, qu'elles changent notablement la moyenne de l'année. Si l'influence des montagnes était la seule cause de ces différences, on ne les observerait pas dans la plaine, et elles se manifesteraient dans le nord comme dans le midi; or les observations faites dans les vallées de la Loire et de l'Allier, sur le versant septentrional du plateau central et dans la vallée du Doubs, prouvent qu'on n'y constate pas les différences que nous avons signalées dans le Midi. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des phénomènes capillaires* (3ᵉ Mémoire); *par* **M. E. Roger**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Liouville, Bertrand, Regnault, Jamin.)

« La première Partie de ce Mémoire est consacrée à établir diverses formules purement géométriques, susceptibles d'un très-grand nombre d'applications.

» La position d'un point de l'espace peut se définir au moyen : 1° d'une série de plans parallèles ; 2° d'une seconde série de plans passant tous par une même droite, normale aux précédents ; 3° d'une série de sphères ayant pour centre commun un point de cette droite. Dans ce système de coordonnées, formé par les trois séries de surfaces

$$z = \text{const.},\quad \mu = \text{const.},\quad \lambda = \text{const.},$$

un élément de volume $dU$ a pour valeur

$$dU = \lambda d\lambda d\mu dz.$$

Dans le même système $(z, \lambda, \mu)$, un élément superficiel $d\sigma$, appartenant à une surface $z = F(\lambda, \mu)$, s'exprime ainsi :

$$d\sigma = \lambda \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{d\lambda}\right)^2 - 2\frac{z}{\lambda}\frac{dz}{d\lambda} + \frac{\left(\frac{dz}{d\mu}\right)^2}{\lambda^2 - z^2}}\, d\lambda d\mu.$$

» Si la surface F se réduit à un plan normal à l'axe $z$, ou bien à une sphère, la formule précédente devient

$$d\sigma = \lambda d\lambda d\mu.$$

» Pour un cylindre de diamètre D, on a

$$d\sigma = \frac{\lambda d\lambda d\mu}{\sqrt{1 - \frac{4\lambda^2 \sin^2\mu \cos^2\mu}{D^2}}}.$$

» L'équation générale d'une surface est, aux termes du quatrième ordre près, en prenant pour axe des $z$ la normale et en rapportant l'orientation $\mu$

au plan osculateur de l'une des lignes de courbure,

$$z = \frac{\lambda^2}{2}\left(\frac{\cos^2\mu}{A} + \frac{\sin^2\mu}{B}\right) + \frac{\lambda^3}{6}\left(\frac{d\frac{1}{A}}{dx}\cos^3\mu + 3\frac{d\frac{1}{A}}{dy}\cos^2\mu\sin\mu + 3\frac{d\frac{1}{B}}{dy}\cos\mu\sin^2\mu + \frac{d\frac{1}{B}}{dy}\sin^3\mu\right);$$

dans cette équation, $\frac{1}{A}$ et $\frac{1}{B}$ désignent les courbures principales de la surface, $\frac{d\frac{1}{A}}{dx}, \frac{d\frac{1}{A}}{dy}, \frac{d\frac{1}{B}}{dx}, \frac{d\frac{1}{B}}{dy}$ des constantes proportionnelles aux variations que ces courbures subissent, lorsqu'on passe de l'origine à un point infiniment voisin sur l'une ou l'autre des lignes de courbure.

» En représentant par I le coefficient de $\lambda^3$ dans la formule précédente, et par $\frac{1}{\gamma}$ la courbure qui correspond à l'orientation $\mu$ et dont la valeur est $\frac{\cos^2\mu}{A} + \frac{\sin^2\mu}{B}$, on trouve, pour une surface quelconque,

$$d\sigma = \left[1 + \frac{\lambda^2}{2}\left(\frac{1}{B} - \frac{1}{A}\right)^2 \sin^2\mu\cos^2\mu + \frac{\lambda^3}{2}\left(\frac{I}{\gamma} + \frac{d\frac{1}{\gamma}}{d\mu}\frac{dI}{d\mu}\right) + \ldots\right]\lambda\, d\lambda\, d\mu.$$

» On peut, à l'aide du système de coordonnées $(z, \lambda, \mu)$, réduire à une simple quadrature le problème qui consiste à évaluer la résultante des attractions exercées par une paroi plane ou cylindrique sur l'ensemble des éléments superficiels d'un ménisque liquide, l'angle à la paroi étant supposé nul. Ce problème paraît, au premier abord, devoir dépendre d'une intégrale quadruple; mais on arrive immédiatement à une intégrale triple, en observant que chaque file de molécules normale à la ligne de contact est attirée de la même manière. Un nouvel abaissement s'obtient par un artifice bien simple. Soient M et N les centres de deux éléments superficiels appartenant, l'un au ménisque, l'autre à la paroi; P et Q les projections des points M et N sur la ligne de contact, nécessairement horizontale. En admettant (ce que l'expérience confirme) que le ménisque reproduit la forme même de la paroi, jusqu'à une distance de la ligne de contact supérieure au rayon d'activité des forces moléculaires, on pourra transporter l'élément M en P, pourvu qu'en même temps on fasse subir à l'élément N un déplacement identique NN' sur l'arête NQ. Si, du point Q, on conçoit QM' parallèle à MN, toutes les molécules comprises dans l'étendue M'P donneront lieu à des forces parallèles et identiques en

grandeur à la force MN; les points d'application de toutes ces forces se trouveront transportés en P sur la ligne de contact, en même temps que leur direction commune viendra coïncider avec PN'. En définitive, les choses se passeront comme si toutes les molécules de l'arête verticale MP étaient transportées sur la ligne de contact, sous cette double condition : 1° que l'épaisseur infiniment petite de la ligne de contact sera supposée égale à l'unité de longueur; 2° que l'on attribuera à chaque élément de la paroi une *densité* égale à la distance qui le sépare de la ligne de contact.

» D'après cela, la résultante R de toutes les attractions, pour un cylindre de diamètre D, s'exprime ainsi qu'il suit

$$R = \int_0^\infty \int_0^\pi \Pi(\lambda) \frac{\lambda^2 - Z^2}{\lambda} \cos^2\mu \frac{\lambda\, d\lambda\, d\mu}{\sqrt{1 - \frac{4\lambda^2 \sin^2\mu \cos^2\mu}{D^2}}};$$

on a, d'ailleurs,

$$z = \frac{D}{2} \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4\lambda^2 \sin^2\mu \cos^2\mu}{D^2}}}{\sin^3\mu}.$$

L'intégration par rapport à $\mu$ n'offre aucune difficulté; elle donne

$$R = \frac{\pi}{2}\int_0^\infty \Pi(\lambda)\lambda^2 d\lambda + \pi \sum_{n=1}^{n=\infty} \left[\frac{1.3\ldots(2n-1)}{1.2\ldots n}\right]^2 \frac{1}{(n+1)2^{2n+1}D^{2n}} \int_0^\infty \Pi(\lambda)\lambda^{2n+2} d\lambda.$$

» La force ascensionnelle totale est $\pi$DR; or, d'autre part, le volume soulevé est $\frac{\mu D^2}{4} h + Y$, en désignant par $h$ la hauteur du centre du ménisque et par Y le volume du ménisque. On a donc, en supposant D assez petit pour que Y soit négligeable,

$$h = \frac{4R}{D}.$$

Cette formule montre que le produit $h$D cesse d'être constant lorsque le diamètre est inférieur à une certaine limite, et qu'il doit, à partir de cette limite, s'accroître progressivement à mesure que le tube devient plus étroit.

» On a vu, dans notre second Mémoire (*), que l'équation d'équilibre du ménisque, en faisant abstraction de la cohésion, est

(1) $$h = H\left(\frac{1}{A} + \frac{1}{B}\right),$$

(*) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 849.

équation dans laquelle H désigne une constante arbitraire, dont la signification analytique est $\frac{\pi}{2}\int_0^\infty \Pi(\lambda)\lambda^2 + \frac{\pi}{2}\int_0^\infty \Psi_1(\lambda)\lambda^3\,d\lambda$, la caractéristique $\Pi$ s'appliquant, comme tout à l'heure, aux attractions superficielles, et la caractéristique $\Psi_1$ aux attractions mutuelles des molécules appartenant indistinctement à la masse liquide. Il est aisé de démontrer que le volume soulevé ou déprimé, tel qu'il résulte de l'équation (1), avec un angle à la paroi nul, est $\pi$DH; il s'ensuit que $\Psi_1(\lambda)$ doit nécessairement s'évanouir.

» Laplace a supposé que toutes les molécules qui constituent une colonne liquide s'attirent indistinctement, l'intensité de la force attractive ne dépendant pas de la distance des molécules. D'après nos recherches actuelles, on est, au contraire, en présence de forces purement superficielles, et c'est à la théorie des surfaces à rendre compte des effets produits.

» L'équation d'équilibre (1) ne s'applique qu'aux ménisques dont la courbure ne dépasse pas une certaine limite; au delà, il faut ajouter au second membre une quantité sensiblement constante pour un même ménisque, mais variable d'un ménisque à un autre. La pression en chaque point, pour un ménisque à forte courbure, est constante, sans être rigoureusement nulle, de sorte que les attractions mutuelles des éléments superficiels du ménisque n'influent que sur sa forme, la hauteur à laquelle il vient se placer étant déterminée par l'attraction des molécules liquides adhérentes à la paroi. La pression effective est détruite, en chaque point, par la cohésion, qui annule aussi les effets des forces tangentielles. »

GÉOLOGIE. — *Observations nouvelles sur la constitution des Pyrénées; Réponse à M. Leymerie, par* **M. F. Garrigou**. (Extrait.)

(Cette Note est renvoyée, ainsi que les Notes précédentes de M. Garrigou et de M. Leymerie, à une Commission composée de MM. Delafosse, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

» .... 1° J'ai toujours admis (1) l'existence du « bourrelet extérieur » avancé servant de lisière à la demi-chaîne orientale des Pyrénées et » parallèle à cette chaîne », tel que le décrit M. Leymerie.

» 2° J'admets encore que les bourrelets d'Aurignac et d'Ausseing ne contiennent que le terrain crétacé supérieur et ceux qui lui sont superposés.

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, 1865 et 1866.

» Mais contrairement à M. Leymerie (1), je signalerai, à la base du bourrelet qui relie les massifs d'Ausseing et de Lavelanet, en outre du jurassique et du crétacé inférieur de Foix : 1° le trias, le jurassique, le crétacé inférieur, le crétacé moyen à Leycherc; 2° le granit, le trias, le jurassique et le crétacé inférieur au col del Bouich, près de Baulou; 3° le granit, les terrains de transition, du trias, jurassique, crétacé inférieur, crétacé moyen, à Salies du Salat, c'est-à-dire immédiatement au-dessous du massif classique d'Ausseing.

» 3° Contrairement encore à ce qu'a dit (2) M. Leymerie, il est tout à fait impossible d'admettre que tous les terrains, à partir du crétacé supérieur, soient rejetés au nord du bourrelet limitant vers le nord le fossé de Flammichon (3).

» En effet, à 15 kilomètres au sud de Foix, la petite vallée de Tarascon, en outre des terrains granitiques et de transition, du trias, jurassique et crétacé inférieur, contient des lambeaux du crétacé moyen (Rabat); du nummulitique calcaire à milliolites (flancs de la montagne de Soudour), de l'éocène avec poudingue calcaire de Palassou (base de la montagne de Soudour et sud de la plaine d'Aurignac).

» A plus de 40 kilomètres au sud du massif d'Ausseing, dans la vallée de Massat, le crétacé moyen (crétacé supérieur de M. Leymerie) se montre encore d'une manière bien nette, composé, comme partout, par des alternances de grès souvent psammitiques et d'argiles feuilletées.

» Comment donc M. Leymerie a-t-il pu dire que la lisière N du fossé de Flammichon a une structure toute spéciale, » que « les terrains supérieurs de la chaîne (crétacé supérieur et nummulitique) s'y trouvent rassemblés, que « c'est là qu'ils se montrent exclusivement, » et enfin « qu'on en chercherait en vain *des traces* de l'autre côté (côté sud) de la faille.

4° Les parties déprimées de la demi-chaîne occidentale (c'est-à-dire depuis le parallèle de la vallée d'Arau jusqu'à l'Océan) seraient également, d'après M. Leymerie (4), « uniquement composées des terrains pyrénéens supérieurs. » Si M. Leymerie « vient à étudier ces contrées, » il lui sera

---

(1) *Comptes rendus*, n° 21, p. 1347; 1872.

(2) Id., n° 11, p. 761; 1872.

(3) Il serait à désirer, pour éviter toute confusion, que M. Leymerie voulût bien limiter dans toute leur étendue les deux bords du fossé de Flammichon, tels qu'il les comprend.

(4) *Comptes rendus* n° 21, p. 1347. 1872.

facile de constater, ainsi que je l'ai déjà dit ailleurs (1), que le granit, les terrains de transition et crétacé inférieur sont visibles en plein plateau de Lannemezan, à Capvern et aux environs ; que, toujours au nord du fossé de Flammichon, le granit apparaît encore dans la Bigorre et dans les plaines de Tarbes. Enfin, tout le monde sait qu'au centre même de la haute chaîne, les terrains dont M. Leymerie n'accepte l'existence que sur la lisière nord du fossé de Flammichon (terrains crétacé supérieur, nummulitique, etc.) forment un immense et énorme bourrelet, dont les glaciers et les neiges éternelles n'ont pas caché tous les fossiles caractéristiques.

» Quant à l'existence des golfes profonds qu'on suppose avoir existé de chaque côté d'un isthme étroit qui aurait relié le plateau central aux Pyrénées, M. Leymerie me permettra de lui répondre que malgré l'incontestable importance de la Conchyologie, les observations sont encore tellement limitées sur la faune de ces deux golfes supposés, qu'il n'est guère possible d'en tirer des conclusions définitives.

» D'ailleurs, si la Conchyologie donne des indications, la Lithologie fournit également des données qu'il faut se garder de négliger dans une étude générale. Et je crois que, n'aurait-on parcouru qu'une seule fois, avec attention, la demi-chaîne occidentale de la région pyrénéenne, après avoir étudié la portion orientale, on pourrait voir : premièrement, que les couches rapportées par M. Leymerie au crétacé supérieur, et qui forment en réalité le crétacé moyen, se composent dans toute l'étendue de la chaîne : 1° d'un conglomérat à éléments plus ou moins gros ; 2° d'alternances d'argiles et de grès. Secondement, que le nummulitique renferme tant dans la partie orientale que dans la portion occidentale des Pyrénées, des calcaires, des marnes et des grès superposés ; 3° que le poudingue de Palasson est l'un des éléments de l'éocène ayant un développement considérable tout aussi bien dans l'Ariége et dans l'Aude que dans les Basses-Pyrénées.

» L'ensemble de ces grands faits géologiques permet, je le pense du moins, de croire à l'unité de formation des terrains relativement récents dans la chaîne de montagnes qui m'occupe.

» Limiter au soulèvement des Pyrénées la cause du dernier relief de la chaîne, et principalement de la lisière nord du fossé de Flammichon, c'est n'être pas d'accord avec les données fournies par l'étude appliquée des sou-

(1) *Monographie de Bagnères de Luchon*, 1872, et *Comptes rendus* n° 17, p. 1123, 1872. *Bull. de la Soc. géol. de France*; 1866.

lèvements. Depuis le soulèvement des Pyrénées, le relief qui forme cette chaîne a été soumis à des dislocations plus récentes. De grandes fractures, dont les principales sont orientées N. 24 degrés E., E. 26 degrés N., E. 18 degrés N., ont recoupé non-seulement tous les terrains jusqu'au miocène inclusivement dans le bassin sous-pyrénéen et dans ses environs, mais encore les alignements O. 18 degrés N. rapportés aux Pyrénées sont eux-mêmes rejetés par les cassures et les failles dont je viens de donner la direction, et qui doivent être rapportées aux systèmes des Alpes occidentales, des Alpes principales et du Sancerois.

» Je citerai simplement comme mention le miocène faillé ou brisé entre Chalabre et Mirepoix (d'après MM. Élie de Beaumont et Raulin), dans les environs de Saverdun (Ariége), dans les environs de Cinte-Gabelle (Haute-Garonne), enfin à Pézenas (Hérault), en suivant exactement l'alignement E. 26 degrés N., passant entre Chalabre et Mirepoix. Ces trois derniers faits sont le résultat de mon observation.

» Je n'insisterai pas sur le rôle considérable qu'ont joué les failles de ces systèmes de soulèvement dans l'issue des sources thermales de diverses natures qui abondent dans la région des Pyrénées, sources dont l'étude géologique fournit des éléments irrécusables à la théorie du système des soulèvements et à l'étude des filons.... »

**M. Meurand**, directeur des consulats et affaires commerciales au Ministère des affaires étrangères, transmet à l'Académie, au nom de M. le Ministre, une Note historique de M. *Limperani*, consul général de France à Naples, sur les éruptions du Vésuve à diverses époques.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

**M. Blanc** adresse une nouvelle Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

**M. le Secrétaire perpétuel**, en signalant à l'Académie un exemplaire du tirage à part des « Études relatives aux inondations et à l'endiguement des rivières, par M. *Dausse* », insérées dans le tome XX des *Mémoires des Savants étrangers*, qui va bientôt paraître, présente à ce sujet les observations suivantes :

Le volume actuel est la réunion de dix Mémoires lus ou présentés à l'Académie, de 1856 à 1864; un accident et les circonstances ont retardé leur publication. Du reste, l'auteur a mis à profit ce retard en continuant jusqu'en 1870 les observations sur lesquelles repose en partie son ouvrage ; et de là bien des Notes précieuses qui en augmentent la valeur. Les questions qu'il traite sont de la plus grande importance et toujours pendantes. Déjà, les *Comptes rendus* de l'Académie ont fait passer plusieurs des idées de l'auteur dans diverses productions marquantes; la publication intégrale faite par l'Académie de ces persévérantes recherches fera sans doute sentir de plus en plus leur haut intérêt scientifique et pratique, et amènera, il faut l'espérer, la publication, vivement demandée par tous les hommes compétents du pays, de la *Statistique des rivières de France*, dont elles ne sont qu'un appendice, et à l'élaboration de laquelle M. Dausse a consacré de longues années. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un point de la théorie des surfaces.* Note de **M. Ed. Combescure**, présentée par M. Chasles.

« Les coordonnées rectangulaires $x$, $y$, $z$ d'un point quelconque d'une surface étant censées des fonctions de deux paramètres indépendants $\alpha$ et $\beta$ qui définissent deux séries de trajectoires orthogonales, si l'on pose

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{dx^2}{d\alpha^2}+\frac{dy^2}{d\alpha^2}+\frac{dz^2}{d\alpha^2}=l^2,\\ &\frac{dx^2}{d\beta^2}+\frac{dy^2}{d\beta^2}+\frac{dz^2}{d\beta^2}=m^2,\\ &\frac{dx}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}+\frac{dy}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}+\frac{dz}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}=0;\end{aligned}\right.$$

on n'a peut-être pas remarqué la relation qui existe entre $l$ et $m$ lorsque les courbes $\alpha=$ constante et $\beta=$ constante sont respectivement les lignes de courbure de la surface considérée. Cette relation peut se déduire facilement des formules relatives à la déformation des surfaces (*voir*, par exemple, le dernier paragraphe d'un travail sur les *coordonnées curvilignes*, inséré au tome IV des *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 1re série) ; mais on peut y arriver d'une autre manière par les considérations que voici.

» On sait que R et $R_1$ désignant, abstraction faite du signe, les rayons

principaux de courbure de la surface, et $\lambda$, $\mu$, $\nu$ leurs cosinus de direction, on a :

$$(2)\qquad \frac{dx}{d\alpha} = \mathrm{R}\frac{d\lambda}{d\alpha},\quad \frac{dx}{d\beta} = \mathrm{R}_1\frac{d\lambda}{d\beta},$$

et des formules analogues pour $y$ et $z$, $\alpha$ et $\beta$ étant les paramètres des lignes de courbure. En écrivant la condition d'intégrabilité de chaque couple d'équation (2), puis multipliant tour à tour par $\frac{d\lambda}{d\alpha}$ et par $\frac{d\lambda}{d\beta}$, et prenant chaque fois les sommes symétriques, on obtient ces autres relations connues :

$$(3)\qquad (\mathrm{R}-\mathrm{R}_1)\frac{d\mathrm{V}}{d\beta} + \Delta\frac{d\mathrm{R}}{d\beta} = 0,\quad (\mathrm{R}-\mathrm{R}_1)\frac{d\mathrm{V}}{d\alpha} - \Delta\frac{d\mathrm{R}}{d\alpha} = 0,$$

où

$$\Delta^2 = \frac{d\lambda^2}{d\alpha^2} + \frac{d\mu^2}{d\alpha^2} + \frac{d\nu^2}{d\alpha^2},\quad \mathrm{V}^2 = \frac{d\lambda^2}{d\beta^2} + \frac{d\mu^2}{d\beta^2} + \frac{d\nu^2}{d\beta^2}.$$

Enfin, on a la relation de Lamé, relative à toute courbe sphérique :

$$(4)\qquad \frac{d}{d\alpha}\left(\frac{1}{\Delta}\frac{d\mathrm{V}}{d\alpha}\right) + \frac{d}{d\beta}\left(\frac{1}{\mathrm{V}}\frac{d\Delta}{d\beta}\right) + \Delta\mathrm{V} = 0.$$

D'un autre côté, la comparaison de (1) et (2) fournit

$$\mathrm{R}\Delta = l,\quad \mathrm{R}_1\mathrm{V} = m,$$

ce qui, par l'élimination de R et $\mathrm{R}_1$, transforme les équations (3) dans

$$(5)\qquad \frac{1}{\mathrm{V}}\frac{d\Delta}{d\beta} = \frac{1}{m}\frac{dl}{d\beta},\quad \frac{1}{\Delta}\frac{d\mathrm{V}}{d\alpha} = \frac{1}{l}\frac{dm}{d\alpha}.$$

L'équation (4) devient, par suite,

$$(6)\qquad \Delta\mathrm{V} = \varpi,$$

en faisant, pour abréger,

$$-\varpi = \frac{d}{d\alpha}\left(\frac{1}{l}\frac{dm}{d\alpha}\right) + \frac{d}{d\beta}\left(\frac{1}{m}\frac{dl}{d\beta}\right).$$

Si l'on pose, en outre,

$$\frac{1}{m}\frac{dl}{d\beta} = q,\quad \frac{1}{l}\frac{dm}{d\alpha} = p,$$

de sorte que

$$-\varpi = \frac{dp}{d\alpha} + \frac{dq}{d\beta},$$

on déduira de (5) et (6)

$$\Delta \frac{d\Delta}{d\beta} = q\varpi, \quad V \frac{dV}{d\alpha} = p\varpi,$$

et, par suite,

$$\Delta^2 = 2\int q\varpi\, d\beta + A, \quad V^2 = 2\int p\varpi\, d\alpha + B,$$

A étant une fonction arbitraire de $\alpha$ seul, et B une fonction arbitraire de $\beta$ seul. On aura donc la relation annoncée

$$(a) \qquad \varpi^2 = \left(2\int q\varpi\, d\beta + A\right)\left(2\int p\varpi\, d\alpha + B\right),$$

qui n'est pas évidemment identique, et qu'il serait facile de débarrasser de tout signe d'intégration.

» Lorsque cette relation est satisfaite par des valeurs convenablement données de $l$ et $m$, comme alors $p$, $q$, $\varpi$ et, par suite, $\Delta$ et V sont connus en fonctions de $\alpha$ et $\beta$, on peut obtenir $\lambda$, $\mu$, $\nu$ par l'intégration d'un système d'équations que l'on peut traiter comme aux différentielles ordinaires [*voir* le § IV d'un Mémoire de M. Brioschi sur les *coordonnées curvilignes* (*Annali di Matematica*, t. I, serie 2[a])]. On peut voir aussi sur ce dernier point le dernier paragraphe du travail déjà cité; on fera dans les formules de ce paragraphe :

$$P^{(\alpha)} = 0, \quad Q^{(\beta)} = 0,$$

en observant que l'expression que l'on y rencontre pour l'inverse du produit des rayons principaux de courbure doit être changée de signe.

» Les intégrations dont il s'agit n'introduisent d'ailleurs aucune fonction arbitraire dans la solution, si ce n'est des constantes qui correspondent à un changement insignifiant d'axes coordonnés.

» 2. Dans le n° du 3 juin 1872 des *Comptes rendus*, M. Cayley considère les équations suivantes, où j'ai écrit $\alpha$ et $\beta$ au lieu de $h$ et $k$, et $\theta^2$ au lieu de $\Theta$ :

$$(b) \qquad \left\{\begin{aligned} &\theta \frac{d^2x}{d\alpha\, d\beta} = \frac{d\theta}{d\beta}\frac{dx}{d\alpha} + \frac{d\theta}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}, \\ &\theta \frac{d^2y}{d\alpha\, d\beta} = \frac{d\theta}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha} + \frac{d\theta}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}, \\ &\theta \frac{d^2z}{d\alpha\, d\beta} = \frac{d\theta}{d\beta}\frac{dz}{d\alpha} + \frac{d\theta}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}, \\ &\frac{dx}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta} + \frac{dy}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta} + \frac{dz}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta} = 0, \end{aligned}\right.$$

où $\theta$ est supposé une fonction *abstraite* de $\alpha$ et $\beta$. En conservant les nota-

tions du commencement du n° 1, on conclut de ces équations, multipliées tour à tour par $\frac{dx}{d\alpha},\ldots,\ \frac{dx}{d\beta},\ldots,$ et ajoutées,

$$\frac{1}{l}\frac{dl}{d\beta}=\frac{1}{\theta}\frac{d\theta}{d\beta},\quad \frac{1}{m}\frac{dm}{d\alpha}=\frac{1}{\theta}\frac{d\theta}{d\alpha};$$

d'où

$$l=m=\theta,$$

en remplaçant par l'unité les fonctions arbitraires l'une de l'autre de $\beta$, que l'intégration immédiate introduit, substitution qui ne nuit évidemment en rien à la généralité de la question. La surface $(x, y, z)$, quelle que soit la fonction $\theta$, est découpée en carrés infinitésimaux par les courbes $\alpha=$ constante, $\beta=$ constante; mais lorsqu'on suppose que $\alpha$ et $\beta$ définissent les lignes de courbure, la fonction $\theta$, en faisant

$$\log\theta=\omega,$$

doit vérifier l'équation $(a)$ où l'on fera

$$p=\frac{d\omega}{d\alpha},\quad q=\frac{d\omega}{d\beta},\quad -\varpi=\frac{d^2\omega}{d\alpha^2}+\frac{d^2\omega}{d\beta^2};$$

la fonction $\theta$ ne reste donc plus tout à fait arbitraire. Cette remarque essentielle me paraît avoir échappé à l'illustre géomètre anglais.

» D'ailleurs, comme je l'ai déjà dit plus généralement, on peut faire dépendre l'intégration des équations $(b)$ de celle de deux systèmes successifs que l'on peut traiter comme aux différentielles ordinaires séparément.

» Par exemple, si l'on supposait $\theta$ fonction de $(\alpha+\beta)$, en indiquant par des accents les dérivées relatives à cette dernière variable, et posant

$$\frac{\theta'}{\theta}=f,$$

l'équation $(a)$ deviendrait

$$f'^2=(a^2-f^2)(b^2-f^2),$$

$a$ et $b$ étant des constantes arbitraires, et $f$ serait le sinus amplitude de $h(\alpha+\beta)$, $h$ étant une constante qui dépend de $a$ et de $b$. Pour toute autre forme de $f$ en $(\alpha+\beta)$, non comprise dans la précédente, on ne peut obtenir de surface découpée en carrés par ses lignes de courbure. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'intensité de la chaleur du Soleil dans les régions polaires; par* **M. A. Genocchi.**

« Comme il a été plus d'une fois question devant l'Académie d'un travail de Plana (son illustre associé) relatif à l'intensité de la chaleur du Soleil dans les régions polaires, travail dont la conclusion est que *la chaleur solaire moyenne croît du cercle polaire au pôle*, j'espère qu'elle ne voudra pas refuser l'insertion dans ses *Comptes rendus* d'un court résumé des recherches que j'ai faites sur cette même question et que j'ai développées dans les *Bulletins de l'Institut Lombard* (séance du 8 février 1872), dont j'ai l'honneur de lui adresser un Extrait.

» Le point de départ de mon analyse, ainsi que de celle de Plana, est une formule de Poisson qui donne la *moyenne diurne* de la chaleur polaire à une latitude (boréale) quelconque $\mu$. Si l'on représente par $\gamma$ l'obliquité de l'écliptique, par $v$ la longitude vraie du Soleil et par $\psi$ l'angle que fait le méridien du lieu avec celui où se trouve le Soleil à un instant donné, et qu'on développe en une série de cosinus d'angles multiples de $\psi$ l'expression de l'intensité de la chaleur solaire à la latitude $\mu$, on trouve qu'en faisant abstraction des inégalités dues à la distance variable du Soleil, la partie indépendante de $\psi$ dans ce développement est proportionnelle à la quantité

$$V = \psi_1 \sin\gamma \sin\mu \sin v + \sin\psi_1 \cos\mu \sqrt{1 - \sin^2\gamma \sin^2 v},$$

dans laquelle $\psi_1$ doit être réduit à zéro si le parallèle parcouru par le Soleil est tout au-dessous de l'horizon, doit être remplacé par $\pi$ si ce parallèle est entièrement au-dessus de l'horizon, et dans les autres cas $\psi_1$ est un angle compris entre zéro et $\pi$, et déterminé par l'équation

$$\sin\gamma \sin\mu \sin v + \cos\mu \cos\psi_1 \sqrt{1 - \sin^2\gamma \sin^2 v} = 0.$$

» Ainsi V sera dans un rapport constant avec cette *moyenne diurne;* et, si l'on développe aussi la fonction V suivant les sinus et les cosinus d'angles multiples de $v$, on aura

$$Q = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V\,dv$$

pour la partie indépendante de $v$, qui donnera la mesure de la *moyenne annuelle* de la chaleur solaire à la latitude $\mu$, de manière que cette moyenne s'exprimera simplement par $hQ$, $h$ étant un coefficient constant.

» Pour les lieux situés entre le cercle polaire et le pôle (dans l'hémi-

sphère boréal), il faut, d'après Poisson, prendre un angle aigu $\nu_1$ tel que

$$\cos\nu_1 = \frac{\cos\mu}{\sin\gamma},$$

et partager l'intégrale en plusieurs intervalles, puisque de $\nu = \frac{1}{2}\pi - \nu_1$ à $\nu = \frac{1}{2}\pi + \nu_1$ le Soleil reste constamment au-dessus de l'horizon, et, au contraire, depuis $\nu = \frac{3}{2}\pi - \nu_1$ jusqu'à $\nu = \frac{3}{2}\pi + \nu_1$ il est toujours au-dessous de l'horizon. Dans le premier de ces deux intervalles, l'intégrale aura pour valeur

$$2\pi \sin\gamma \sin\mu \sin\nu_1;$$

dans le second, elle sera nulle. Plana a cru que la partie restante de l'intégrale était également nulle, et a réduit, par conséquent, la valeur totale de Q à la fonction

$$P = \sin\gamma \sin\mu \sin\nu_1 = \sin\mu\sqrt{\sin^2\gamma - \cos^2\mu}.$$

Mais il a été fourvoyé par des fautes de calcul assez évidentes, car, en exécutant l'intégration avec toute l'attention nécessaire, on obtient sans difficulté

$$Q = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\left(\sin\gamma \sin^2\mu \frac{\sqrt{1-\cos^2\nu_1 \sin^2\omega}}{1-\cos^2\mu \sin^2\omega} + \cos\mu \cos\nu_1 \frac{\cos^2\omega}{\sqrt{1-\cos^2\nu_1 \sin^2\omega}}\right)d\omega,$$

où l'on a fait $\sin\nu = \cos\nu_1 \sin\omega$. Comme on voit, Q s'exprime par des intégrales elliptiques complètes.

» La fonction P de Plana est évidemment croissante avec la latitude $\mu$. Au contraire, la quantité Q, qu'on vient de déterminer, est décroissante, ainsi qu'on le vérifie en formant la dérivée $\frac{dQ}{d\mu}$. Cette dérivée est négative tant que l'obliquité $\gamma$ a une valeur inférieure à 45 degrés.

» Pour le pôle, Q, aussi bien que P, devient égal à $\sin\gamma$. Pour le cercle polaire, où $\cos\mu = \sin\gamma$, on a

$$Q = \frac{2}{\pi}\left(\sin\gamma + \cos^2\gamma \log\frac{1+\sin\gamma}{\cos\gamma}\right),$$

comme le trouve Poisson. La quantité P s'évanouit pour ce cercle et prend, étant continue, des valeurs voisines de zéro tant qu'on voudra pour les lieux peu éloignés du même cercle : d'où il suit que, d'après Plana, qui acceptait la formule de Poisson pour le cercle polaire, il y aurait un *saut* dans la marche de la chaleur solaire aux environs du cercle polaire, ce qui nous semble tout à fait inadmissible.

» Mais il s'est aussi trompé dans l'évaluation numérique de cette valeur de Q, qu'il a donnée dans ses deux Mémoires comme égale à 0,373, tandis que la vraie valeur est 0,479. Or comme on a au pôle $Q = 0,398$, valeur supérieure à 0,373 que Plana admettait pour le cercle polaire, c'est peut-être ce résultat erroné qui l'amena à penser que la chaleur moyenne devait aller en croissant du cercle polaire au pôle.

» Plana a cherché en outre le terme général du développement de V, et en a conclu pour le pôle la formule

$$V = \sin\gamma\left(1 + \frac{\pi}{2}\sin\nu - \frac{2}{3}\cos 2\nu - 2\sum_2^\infty \frac{\cos(2i-1)\nu}{(2i-1)^2 - 1}\right);$$

mais cette expression, différente de celle de Poisson et déduite de calculs extrêmement compliqués, n'est pas admissible. En effet, au pôle, V doit se réduire à $\sin\gamma\sin\nu$ depuis $\nu = 0$ jusqu'à $\nu = \pi$, et doit s'annuler de $\nu = \pi$ à $\nu = 2\pi$ : la formule de Plana ne satisfait pas à cette condition. Il y a plus : d'après cette formule, l'intensité de la chaleur serait positive au solstice d'hiver pour le pôle boréal, et cela est absurde. A l'équinoxe du printemps, Plana trouve que V est positif (réellement V doit être nul), mais il obtient ce résultat parce qu'il néglige le terme négatif $-\frac{2}{1}$, tandis qu'en tenant compte de ce terme, sa formule donne V négatif, et, par suite, l'intensité de la chaleur serait négative à cette époque, ce qui n'est pas moins étrange.

» Je crois en avoir assez dit pour démontrer que les prétendues lois naturelles énoncées par Plana ne ressortent que d'une suite d'inadvertances, fort excusables sans doute à son âge plus qu'octogénaire, mais qu'il était utile de relever.

» Quant à la question traitée par Gustave Lambert (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 156), elle n'est pas la même que celle dont Plana s'était occupé, puisqu'elle se rapporte aux *moyennes diurnes* et non pas à la *moyenne annuelle* de la chaleur solaire : la loi des moyennes diurnes est fort différente de celle des quantités Q. Des recherches analogues avaient été faites dans le siècle passé par Halley, par de Mairan et surtout par l'illustre Lambert dans sa *Pyrométrie*, et par Grégoire Fontana dans ses *Disquisitiones physico-mathematicæ*.

» J'ajouterai ici qu'en poursuivant mes études sur les moyennes désignées par Q pour une latitude quelconque et même pour une planète quelconque, j'ai reconnu que la chaleur solaire moyenne Q est décroissante depuis l'équateur jusqu'au pôle, si l'obliquité de l'écliptique (pour la pla-

nète dont il s'agit) ne dépasse pas 45 degrés; qu'elle est toujours croissante si cette obliquité est de 66 degrés ou au-dessus; qu'elle est décroissante depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire si l'obliquité ne dépasse pas 56 degrés, mais décroissante encore dans le voisinage de l'équateur, et au contraire croissante dans le voisinage du cercle polaire si l'obliquité de l'orbite est comprise entre 57 et 65 degrés; qu'elle augmente du cercle polaire au pôle si l'obliquité n'est pas au-dessous de 57 degrés, mais est décroissante dans le voisinage du cercle polaire, et croissante dans le voisinage du pôle si l'obliquité est comprise entre 45 et 56 degrés. Dans ces derniers cas, la chaleur moyenne présente donc un minimum entre l'équateur et le cercle polaire, ou bien entre le cercle polaire et le pôle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'acide stannique avec l'acide acétique anhydre.* Note de **M. Laurence**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Lorsqu'on chauffe vers 150 degrés en tube scellé un mélange de 2 parties d'acide acétique anhydre et de 1 partie d'acide métastannique séché à 100 degrés pendant deux ou trois heures, on obtient un liquide sirupeux qui cristallise par le refroidissement en longues aiguilles.

» Ces cristaux, préalablement exprimés entre des feuilles de papier buvard, puis abandonnés deux à trois jours dans le vide au-dessus d'un vase contenant de la chaux, ont fourni à l'analyse :

| | Observé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Étain......... | 33,70 | 33,33 |
| Acétyle........ | 49 | 48,58 |

» Ces nombres conduisent à la formule

$$SnO^2\left[\begin{pmatrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{pmatrix}O\right]^2$$
$$Sn^2O^4(C^{16}H^{12}O^{12}).$$

» Les mêmes cristaux lavés avec de l'éther anhydre et pur, jusqu'à ce que celui-ci ne présente plus de saveur acide, puis séchés dans le vide, ont donné :

| | Observé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Étain......... | 46,07 | 46,82 |
| Acétyle........ | 34 | 34,1 |

$$SnO^2\begin{pmatrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{pmatrix}O,$$
$$Sn^2O^4(C^8H^6O^6).$$

» Si l'on expose les cristaux au contact de l'air, ils deviennent amorphes et se transforment en une masse vitreuse dont l'analyse a donné :

| | Observé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Étain ......... | 55,49 | 56,19 |
| Acétyle........ | 20,48 | 21 |

$$SnO^2 \begin{pmatrix} C^2H^3O \\ H \end{pmatrix} O,$$

$$Sn^2O^4(C^4H^4O^4).$$

» En résumé, j'ai obtenu les composés

$$SnO^2\left[\begin{pmatrix} C^2H^3O \\ C^2H^3O \end{pmatrix} O\right]^2, \quad Sn^2O^4(C^{16}H^{12}O^{12}),$$

$$SnO^2 \begin{pmatrix} C^2H^3O \\ C^2H^3O \end{pmatrix} O, \quad Sn^2O^4(C^8H^6O^6),$$

$$SnO^2 \begin{pmatrix} C^2H^3O \\ H \end{pmatrix} O, \quad Sn^2O^4(C^4H^4O^4).$$

» L'acide stannique, séché à 100 degrés, se comporte comme l'acide métastannique.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schützenberger, à la Sorbonne. »

« M. **Élie de Beaumont** est frappé de ce que M. Henri Sainte-Claire Deville vient de dire, en présentant la Note de M. Laurence, de l'action de l'acide acétique anhydre sur l'oxyde d'étain. L'acide acétique, cet acide réputé faible, agit aussi sur l'aluminium. Son action sur deux corps qui semblent presque inertes en présence des agents chimiques qui jouent les rôles les plus efficaces dans la nature actuelle, le confirme dans la pensée que, dans les premiers âges du monde, la nature mettait en pratique une chimie différente de celle qui fonctionne aujourd'hui dans les volcans et dans les phénomènes atmosphériques. Cette chimie primitive, qui a donné naissance aux granites et à beaucoup d'autres roches qu'on n'a pas encore reproduites, employait sans doute des agents susceptibles de produire des effets autres que ceux dont nous sommes aujourd'hui les témoins, moins parce qu'ils auraient agi avec plus d'énergie, à une température ou à une pression plus élevée, que parce qu'*ils étaient différents et capables de réactions différentes*. Le phosphore, le chlore, le fluor qu'on trouve si fréquemment

dans les minéraux de l'âge du tungstène, du molybdène, du cérium, de l'yttrium, du tantale, etc., ne sont peut-être que des résidus de ces manipulations primordiales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle combinaison phosphoplatinique dérivée de la toluidine.* Note de **M. G. Saillard**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« M. Schützenberger a récemment fait connaître une nouvelle classe de composés phosphoplatiniques résultant de l'union du protochlorure de phosphore avec le sous-chlorure de platine : $PhCl^3PtCl^2$. Ce corps, réagissant sur l'alcool, lui a fourni un éther cristallisable en beaux prismes anortiques jaunes $Ph(C^2H^5O)^3PtCl^2$. Mis en présence de l'ammoniaque, cet éther fournit successivement ces deux dérivés :

» $Ph(C^2H^5O)^3AzH^3PtCl^2$, qui se comporte comme le sous-chlorure du radical complexe diatomique $\left[\begin{matrix} Ph(C^2H^5O)^3 \\ AzH^3 \end{matrix} > Pt\right]''$,

» Et $[Ph(C^2H^5O)^3AzH^3PtH^4]Az^2 2ClH$, qui est le dichlorhydrate d'une diammine, dans laquelle le même radical remplace les deux atomes d'hydrogène.

» Il était intéressant d'étudier quelle serait l'action des ammoniaques composées sur le même éther; c'est dans ce but que les recherches suivantes ont été entreprises.

» Une solution alcoolique de l'éther $Ph(C^2H^5O)^3PtCl^2$ est chauffée avec un excès de toluidine cristallisée. Au bout de quelque temps la réaction est terminée et la coloration jaune du liquide a disparu. Par le refroidissement du liquide concentré, on obtient un abondant dépôt cristallin que l'on débarrasse de l'excès de toluidine par un lavage à l'éther froid dans lequel les cristaux sont peu solubles. On les purifie finalement par une ou deux cristallisations dans l'alcool bouillant. Le nouveau produit se présente sous forme d'aiguilles prismatiques incolores, très-peu solubles dans l'eau et l'éther, solubles dans l'alcool. Séché à 100 degrés, il a donné à l'analyse les nombres suivants :

| | Calculé. | Observé. |
|---|---|---|
| Ph | 5,73 | 5,70 |
| C | 28,83 | 28,80 |
| H | 4,43 | 4,60 |
| Az | 2,59 | 2,56 |
| Pt | 36,43 | 35,97 |
| Cl | 13,12 | 12,43 |

» Le composé précédent, traité par la potasse en solution alcoolique, fournit du chlorure de potassium et un nouveau produit incolore, soluble dans l'alcool, d'où il cristallise en fines aiguilles soyeuses, insolubles dans l'eau. La réaction peut être représentée par l'équation

$$Ph(C^2H^5O)^3C^7H^9AzPtCl^2 + 2KHO = 2KCl + Ph(C^2H^6O)^3C^7H^9AzPt(HO)^2.$$

» En effet, séché à 100 degrés, le dérivé précédent a fourni à l'analyse les nombres suivants :

| | Calculé. | Observé. |
|---|---|---|
| Ph | 6,15 | 5,34 |
| C | 30,95 | 29,93 |
| H | 5,15 | 4,65 |
| Az | 2,78 | 2,40 |
| Pt | 39,09 | 39,05 |

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de la Sorbonne. »

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités naturelles des poissons de la famille des Balistes.* Note de **M. C. Dareste**, présentée par M. Blanchard.

« J'ai montré, dans un travail publié en 1851, que l'ordre des Plectognathes de Cuvier contient un certain nombre de types fort disparates, et réunis entre eux par une caractéristique très-imparfaite; qu'il doit, par conséquent, être rayé de la classification, ainsi que M. Vogt l'avait précédemment indiqué, mais sans en donner la démonstration; que les types divers réunis sous cette dénomination commune doivent être rattachés à d'autres groupes de poissons osseux. Reprenant actuellement ces recherches, je me propose de démontrer qu'un des groupes de l'ordre des Plectognathes, celui des Balistes, doit prendre place parmi les Acanthoptérygiens, dans le voisinage des Acanthures et d'autres poissons de la petite famille des Teuthyes.

» La famille des Teuthyes, établie par Cuvier, présente, dans le petit nombre de genres qu'il réunissait sous cette dénomination, deux types d'organisation assez différents. Les *Sidjans* ou *Amphacanthes*, que Cuvier plaçait en tête de cette famille, s'éloignent assez des autres genres pour que M. Agassiz, et plus tard M. Gunther, aient cru devoir les en séparer. Cette élimination faite, les *Acanthures* et les quatre ou cinq genres voisins qui restent dans la famille des Teuthyes ont, avec les Balistes, les affinités les plus étroites, ainsi que je vais essayer d'en donner la preuve.

» Chez les animaux vertébrés, c'est le squelette qui donne les indications

les plus exactes, relativement aux affinités, et par conséquent les véritables caractères des groupes naturels. L'incertitude où nous sommes encore aujourd'hui sur l'établissement de ces groupes chez les poissons ne sera dissipée que par la détermination de leurs types ostéologiques. Les éléments d'un pareil travail nous font encore aujourd'hui trop complétement défaut pour que nous puissions l'aborder dans son ensemble, mais nous pouvons déjà le préparer par des études partielles. C'est ainsi que je me propose aujourd'hui de démontrer l'analogie très-grande et les caractères communs du squelette des *Acanthures* et de celui des *Balistes*, particulièrement des *Balistes* véritables, plus voisins des *Acanthures* que les *Triacanthes*, les *Ménacanthes* et les *Alutères*.

» Dans les deux groupes, les mâchoires sont très-petites. Le rebord de la mâchoire supérieure est uniquement formé par les intermaxillaires. Les maxillaires, très-peu développés, sont attachés d'une manière fixe et immobile aux intermaxillaires; ce fait est d'autant plus important qu'il constitue, d'après Cuvier, le caractère de l'ordre des Plectognathes : or les Acanthures méritent la dénomination de Plectognathes à autant de titres que les Balistes. Les dents, aux deux mâchoires, ont la forme d'incisives.

» La tête osseuse est très-étroite. Sa face supérieure est très-allongée et formée par deux plans qui se coupent à angle obtus au-dessus de l'orbite, d'où il résulte que le crâne proprement dit descend obliquement en arrière de l'orbite, pour rejoindre la colonne vertébrale, au lieu d'être placé sur un même plan horizontal avec cette tige osseuse. Il résulte également, de cette situation oblique de la région crânienne, que l'os mastoïdien est placé très-bas. Il présente néanmoins, dans les deux groupes, une grande apophyse verticale, en avant de son articulation avec les os de l'épaule.

» L'occipital supérieur ou interpariétal s'avance entre les frontaux principaux, et forme au sommet de la tête une crête plus ou moins élevée.

» L'ethmoïde est très-allongé, et par suite les frontaux antérieurs et les palatins sont à une grande distance les uns des autres, et ne se soudent point pour former des cavités nasales osseuses.

» Le sphénoïde antérieur se prolonge, en avant de l'orbite, sous la forme d'une verticale qui vient rencontrer une lame verticale produite par l'ethmoïde, et forme avec elle une cloison osseuse qui sépare l'ethmoïde de la voûte palatine.

» Le vomer est très-petit, et sans dents.

» Les palatins sont également petits, privés de dents, et articulés d'une manière mobile avec l'ethmoïde et l'intermaxillaire.

» Les différentes pièces de l'aile temporale ne sont point toutes soudées, et laissent des espaces vides, simplement occupés par la membrane du palais.

» Le battant operculaire n'est formé que par l'opercule et le sous-opercule. L'interopercule est plus ou moins cassé en dedans du préopercule; il présente, au moins dans la partie antérieure, celle qui est unie à la mâchoire et quelquefois dans toute son étendue, la forme d'une tige. Le second cas est celui des Balises; le premier celui des Acanthures, où il ne prend que dans la partie postérieure la forme d'une lame très-étroite.

» L'os hyoïde s'attache à l'aile temporale à peu de distance de l'angle postérieur de la mâchoire inférieure; il est, par conséquent, très-petit. Les branches latérales, qui portent les rayons branchiostéges, ont moins de pièces que dans les autres poissons. La pièce impaire, ou *queue de l'hyoïde*, est très-grande, et formée de deux branches assez longues, s'unissant à angle droit.

» Les os de l'épaule se présentent, dans la partie antérieure aux nageoires pectorales, sous la forme de larges plaques, résultant de la soudure, au moins partielle, des trois pièces osseuses qui, d'après la nomenclature de Cuvier, forment l'*humérus*, le *radius* et le *cubitus*. Le coracoïdien est très-développé. Le bassin est très-allongé, et les deux pièces qui le constituent sont plus ou moins soudées.

» La colonne vertébrale est constituée par un nombre restreint de vertèbres (20 à 22 environ). Les vertèbres dorsales portent des nécrapophyses verticales et très-longues, et des hémapophyses horizontales partant du milieu de la vertèbre, et portant de très-petites côtes. Les vertèbres caudales ont les nécrapophyses et les hémapophyses verticales et très-allongées.

» Les différences entre les squelettes des Acanthures et celui des Balistes sont peu nombreuses et de faible importance.

» Les Acanthures ont des os nasaux et sous-orbitaires qui font défaut chez les Balistes; mais ces os sont très-variables chez les poissons et ne peuvent fournir que des caractères secondaires.

» La nageoire dorsale est unique chez les Acanthures, tandis que les rayons épineux et les rayons mous se séparent chez les Balistes, pour former deux nageoires.

» Le préopercule a, chez les Balistes, sa branche oblique plus courte que sa branche horizontale; c'est l'inverse chez les Acanthures. Par suite,

les fentes branchiales et le battant operculaire sont plus considérables chez les Acanthures que chez les Balistes.

» Les hémapophyses dorsales portent, chez les Acanthures, en outre des côtes, de petits stylets qui remontent dans l'intérieur des muscles, comme cela a lieu chez les Clupes.

» On voit donc qu'à un très-petit nombre de différences près, le type ostéologique des Acanthures est le même que celui des Balistes. Je regrette de ne pouvoir compléter ce travail par la comparaison des autres organes, qui doivent incontestablement nous présenter des ressemblances comparables à celles des squelettes. Je dois ajouter cependant que Valenciennes a déjà signalé la similitude, au moins apparente, que présente l'écaillure d'une espèce d'Acanthure, l'*Acanthurus scopas*, avec celle de certains Balistes du genre *Monacanthe*, et qui avait déjà frappé les Hollandais de l'Inde, puisqu'ils confondent les Balistes et les Acanthures sous une même dénomination, celle de *Leervisch* ou *poissons à cuir*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une révision de la flore fossile des Gypses d'Aix.* Note de **M. G. de Saporta**, présentée par M. Ad. Brongniart.

« Des explorations répétées ont mis entre mes mains une riche série de documents relatifs à la *flore fossile des Gypses d'Aix*, et le nombre des espèces de cette flore s'élève maintenant à 231 au moins. Une révision générale était devenue nécessaire par suite de cet accroissement; ce sont les résultats de ce travail, actuellement achevé, que je viens soumettre à l'Académie.

» La flore d'Aix peut être considérée sous trois points de vue : en elle-même, dans ses rapports avec les autres flores fossiles, enfin d'après les liens qui la rattachent à l'ordre contemporain. Par elle-même la flore d'Aix est assez considérable pour que les chiffres proportionnels tirés des éléments qu'elle renferme inspirent une certaine confiance. La proportion relative des Monocotylédones et des Dicotylédones, y compris les Gymnospermes, est de 15,06 pour les premières et de 84,92 pour les secondes, sur 100 Phanérogames. Cette proportion s'écarte peu de celle qui existe, *en moyenne*, actuellement, en considérant le monde entier (1). Elle marque

(1) Elle est de 17 pour les Monocotylédones et de 83 pour les Dicotylédones, selon Lindley. M. Heer, de son côté, indique 16 Monocotylédones et 84 Dicotylédones sur 100 Phanérogames pour l'ensemble de la végétation des quatre étages de la mollasse suisse.

pourtant, si l'on tient compte des variations en plus ou en moins que présente à cet égard chaque contrée en particulier, une prépondérance assez sensible des Dicotylédones sur les Monocotylédones pour l'époque des Gypses d'Aix. C'est là une prépondérance qui n'est pas dénuée de signification par elle-même, puisque, pour rencontrer maintenant une proportion semblable ou très-rapprochée, il faut s'adresser aux Canaries, aux îles du Cap-Vert, à Java, aux districts élevés de l'intérieur de l'Afrique australe, c'est-à-dire à des contrées généralement chaudes et sèches, tandis que suivant une loi très-explicite, formulée par M. A. de Candolle, la proportion des Monocotylédones tend à augmenter dans les régions humides et plus encore dans les régions humides et froides. L'ensemble de la flore d'Aix concorde avec ces données, puisque, par sa physionomie et le détail de ses caractères, elle trahit une végétation adaptée à un climat à la fois chaud et serein, exposée peut-être à des extrêmes de sécheresses et de pluies périodiques et soumise à une température dont la moyenne annuelle ne pouvait être inférieure à 22 degrés.

» La famille prépondérante par excellence est celle des Légumineuses, conformément à ce qui existe presque partout sous les tropiques; viennent ensuite les Anacardiacées, Protéacées, Myricées, Graminées, Ebénacées, Abiétinées, etc. Il faut énumérer 11 à 12 familles pour obtenir la moitié du nombre total des Phanérogames, résultat qui atteste la richesse absolue de la flore fossile et la range sous ce rapport à côté de celles du pays d'Assan, de Timor et du Japon. Les types frutescents dominent à Aix, non pas cependant d'une façon absolue, puisqu'il existe des preuves de la présence des Graminées et des Composées; ces dernières, représentées par des akaines bien caractérisés, comptent déjà quatre espèces. Toutes ces plantes ne sont pas connues seulement par des feuilles; je possède des fleurs de *Bombax*, des fleurs, des fruits et des calices de *Diospyros*, des capsules de Salicinées, des baies d'Araliacées, des samares de Bétulacées, de *Microptelea* et d'*Ailanthus*, des involucres fructifères d'*Ostrya* et de Juglandées, des légumes d'*Acacia* et de *Cercis*, etc. Plusieurs organes démontrent l'existence de types spéciaux alliés de plus ou moins près à ceux de nos jours, distincts cependant. Il en est ainsi de l'un des fruits d'Araliacées, d'une Anacardiacée que je nomme *Heterocalyx*. Les fleurs du *Solanites Brongnartii*, les involucres fructifères d'une Juglandée voisine de *Engelhardtia*, les corolles mêmes du *Bombax sepultiflorum*, Sap., dénotent des coupes génériques ne coïncidant pas d'une manière absolue avec celles qui leur correspondent le mieux dans l'ordre actuel. Ce sont là des sous-genres propres à l'Europe tertiaire et de-

puis entièrement disparus. L'examen des akaines de composés semble amener à la même conclusion. La végétation ancienne de notre continent a possédé certainement des traits spéciaux qu'elle n'a partagés avec aucune autre contrée et qui se sont depuis complétement perdus. En revanche, les genres absolument identiques avec ceux de nos jours sont évidemment les plus nombreux. Beaucoup sont restés indigènes; les suivants doivent être signalés parce qu'ils caractérisent encore la végétation provençale, et que depuis l'époque des Gypses d'Aix ils semblent n'avoir jamais quitté le pays : *Pteris* (type du *P. aquilina*), *Juniperus* (type du *J. sabina*), *Quercus* (type du *Q. ilex*), *Laurus* (type du *L. nobilis*), *Nerium*, *Vaccinium* (type du *V. vitis-idæa*), *Paliurus*, *Pistacia* (type des *P. lentiscus* et *terebinthus*), *Cercis*, etc.

» La part des types exotiques est encore plus considérable, surtout si l'on joint aux genres extra-européens celles des formes fossiles qui revêtent une physionomie exotique, tout en se rapportant à un genre demeuré indigène. Il en est ainsi du *Smilax rotundiloba*, Sap., voisin de ceux de l'île Maurice; du *Vallisneria bromeliæformis*, Sap., qui se rapproche d'une espèce des Philippines, des *Myrica*, qui ressemblent aux *M. æthiopica*, L., et *Salicifolia*, Hochst., et de bien d'autres.

» Les principaux genres exotiques dont la présence entraîne le moins d'incertitudes sont les suivants : *Lygodium*, *Callitris*, *Widdringtonia*, *Podocarpus*, *Dracæna*, *Musa*, *Clethropsis*, *Microptelea*, *Cinnamomum*, *Lomatia*, *Myrsine*, *Diospyros*, *Magnolia*, *Bombax*, *Sapindus*, *Pittosporum*, *Zizyphus*, *Ailanthus*, *Mimosa*, *Acacia*.

» C'est à ces genres qu'appartiennent la plupart des formes dominantes. Ces formes reparaissent en partie, sinon en totalité, dans d'autres localités tertiaires, mais non pas dans toutes; de là une sorte de distribution géographique reconnaissable, malgré la distance, et qu'il m'a paru d'autant plus important de signaler qu'elle n'est pas sans relation avec la disposition des terres et des mers dans l'âge éocène. Les *Callitris*, *Widdringtonia*, *Lomatites*, *Diospyros* à calices rugueux, certains *Zizyphus* et quelques autres types caractéristiques de la flore d'Aix se montrent à Haering, en Tyrol, dans le Vicentin, à Radoboj, à Sotzka et même à Coumi (Eubée). Au contraire, la mollasse suisse ne les renferme pas, ni l'Allemagne centrale et austro-orientale. Dans le midi de la France, ces mêmes types existent dans la plupart des dépôts postérieurs à celui des gypses d'Aix. Mais il faut observer que les localités tertiaires de Provence, aussi bien que celles de l'Italie septentrionale et des rives opposées de l'Adriatique jusqu'en Grèce, étaient

situées sur le pourtour d'un des grands golfes de l'ancienne mer nummulitique. Il est alors facile de concevoir que la végétation croissant sur les mêmes rivages ait compris les mêmes essences et revêtu le même aspect d'un bout à l'autre de la même mer, conformément à ce qui se voit de nos jours.

» Une dernière considération plus importante encore est celle des liens qui rattachent la flore des gypses d'Aix à celle de certaines régions actuelles. Ce sont des *Dracæna*, des *Myrsine*, des *Pittosporum*, des *Laurus* semblables à ceux des Canaries; le *Callitris* ramène vers l'Algérie; les *Acacia*, dans l'Afrique centrale ou orientale; les Myricées, les Célastrinées, le *Musa*, en Abyssinie ou dans l'Afrique australe; les *Widdringtonia*, au Cap et à Madagascar; le *Smilax*, vers l'île Maurice. Ces analogies africaines sont les plus étroites; ensuite on en remarque d'autres avec le Népaul, Java, les Philippines et le Japon; celles-ci se manifestent par des *Cinnamomum*, des *Ailanthus*, *Microptelea*, *Podocarpus*, *Zizyphus*, par des *Diospyros*, des Juglandées à peine distinctes des *Engelhardtia*. Ce sont là les pays qui fournissent les exemples d'analogie les plus saillants. Or il est impossible de ne pas faire ressortir que ces contrées coïncident justement avec les limites présumées de la mer nummulitique, dont elles jalonnent très-nettement le contour dans la direction du Sud.

» La mer nummulitique, et à beaucoup d'égards aussi la mer miocène qui lui succéda peuvent être considérées comme une immense méditerranée qui aurait recouvert tout le centre de l'ancien continent. Les plages de cette mer, au midi comme au nord, ont bien pu admettre les mêmes genres et comprendre des formes sensiblement pareilles, à une époque où le froid encore absent n'apportait aucun obstacle à la diffusion des plantes. C'est ainsi que les mêmes types ont pu s'étendre sur de vastes étendues. Ces types, plus tard éliminés de notre sol et remplacés par d'autres généralement venus par la direction du nord, ont très-bien pu se maintenir ailleurs, à la faveur de circonstances moins défavorables. Il est à remarquer pourtant que plusieurs de ceux que nous venons de signaler : les *Dracæna*, *Myrsine* et *Pittosporum* aux Canaries, le *Callitris* en Algérie, le *Widdringtonia* dans l'Afrique australe, les *Lygodium*, dans l'intérieur de ce continent, n'occupent plus que des aires fractionnées ou réduites à un étroit espace et à des espèces, soit uniques, soit peu nombreuses. Ces types sont justement ceux dont l'existence paraît la mieux constatée dans l'Europe tertiaire; ils sont maintenant en voie de déclin, et là même où le climat les a épargnés jus-

qu'ici, ils tendent à disparaître graduellement; mais, par cela même, le lien généalogique qui doit les unir aux types fossiles, dont ils seraient un dernier prolongement, semble difficile à révoquer en doute. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un coup de foudre produit à Versailles, dans la soirée du 6 juin 1872.* Note de **M. Ad. Bérigny.**

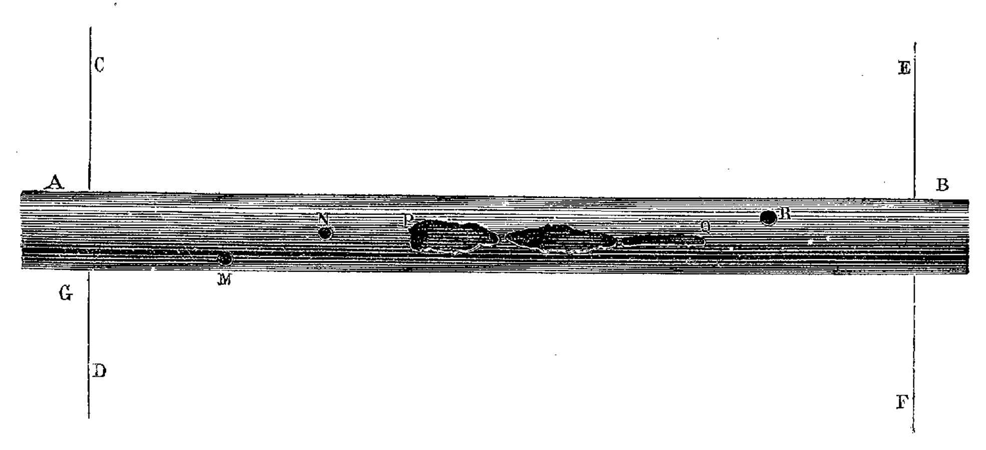
« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie la relation d'un coup de foudre qui s'est produit à Versailles, le 6 de ce mois, à $11^h 40^m$ du soir, dans des conditions qui me paraissent exceptionnelles.

» Deux orages distincts se sont manifestés dans la soirée de ce jour: le premier, de $10^h 20^m$ à $10^h 35^m$, pendant lequel six coups de tonnerre, précédés de forts éclairs, se sont fait entendre; le second, de $11^h 35^m$ à minuit, pendant lequel les éclairs et les coups violents ont été si rapprochés, qu'il m'a été impossible de les compter. Tout le tour de l'horizon était tellement enflammé, que je ne pourrais pas dire d'où venaient ces orages, dont le bruit se faisait entendre au zénith de la ville.

» Voici les conditions et la situation topographique dans lesquelles ce coup de foudre a eu lieu. La maison qu'il a frappée, et qui est située à l'est de la ville (rue Montebello, 13), forme un quadrilatère dont un côté fait face au nord-est, tandis que le côté opposé regarde le sud-ouest; elle n'a pas de paratonnerre. Mais il en existe trois du côté du nord-est, situés sur trois maisons différentes, distants les uns des autres de 50 mètres environ, et distants aussi de la maison foudroyée de la même longueur. C'est sur la face sud-ouest que la foudre est tombée; on peut constater les dégâts sur chaque extrémité des tubes en plomb, ainsi que sur le dessin ci-joint.

» La foudre s'est introduite dans l'angle droit d'un mur, en frappant et perforant une conduite horizontale en plomb, qui traversait ce mur, épais de 60 centimètres, après lequel se trouvait immédiatement le compteur; cette conduite a 2 centimètres de diamètre. Dans l'angle de ce mur, se trouvait juxtaposée, sur la conduite de plomb, une gouttière en zinc, peinte à l'huile en blanc, située exactement dans l'angle droit de ce mur; cette gouttière, perpendiculaire au sol, était destinée à amener en bas de la maison les eaux pluviales. La foudre a contourné cette gouttière, sans laisser de traces, a suivi la conduite en plomb jusqu'à 20 centimètres dans l'épaisseur du mur, et là a fait une ouverture ronde que l'on peut voir sur une des extrémités de la conduite en plomb et sur le dessin ci-joint, sur lesquels

on peut constater aussi les autres dégâts produits dans le parcours de la conduite, sur une longueur de 20 centimètres. Alors le gaz enflammé, sortant de l'intérieur du mur, est monté le long de la gouttière et a formé au-dessus de la maison un panache de feu si effrayant, que l'on a battu le rappel dans la ville; mais on n'a pas tardé à éteindre le jet de feu, en bouchant hermétiquement l'ouverture du mur avec une grande quantité de terre mouillée.




AB, conduite de plomb pour le gaz, de 2 centimètres de diamètre, pénétrant dans le mur, qui a 60 centimètres d'épaisseur.
CD, commencement du mur.
EF, suite de l'épaisseur du mur, après lequel se trouve le compteur.
G, emplacement de la gouttière en zinc pour les eaux pluviales.
M, ouverture à 4 centimètres du commencement du mur, par laquelle la foudre est entrée.
N, autre ouverture à 7 centimètres.
R, ouverture à 20 centimètres.
PQ, région où la fusion du plomb a été la plus complète.

» Ce coup de foudre m'a paru intéressant à relater, à cause des phénomènes qui en ont été le résultat et des questions qu'ils soulèvent.

» 1° Les paratonnerres situés en regard de la face nord-est et à 50 mètres de distance ont-ils pu protéger ce côté de la maison?

» 2° La foudre s'est-elle manifestée sur le côté sud-ouest de cette habitation, parce que les orages viennent, en général, de cette orientation?

» 3° La gouttière en zinc, que la foudre a contournée, a-t-elle été épargnée parce qu'elle était peinte à l'huile en blanc, ou parce que le plomb serait meilleur conducteur de l'électricité?

» 4° Les ouvertures parfaitement rondes qui existent sur chaque extrémité du tube en plomb foudroyé peuvent-elles laisser supposer que la oudre s'est présentée sous la forme d'éclairs en boule, puisque la Science

serait tentée d'admettre que, sous cette forme, les effets d'inflammation sont fréquents ?

» 5° Enfin, serait-ce le compteur en fer, situé immédiatement après le mur de 60 centimètres d'épaisseur, qui aurait attiré la foudre?

» Comme l'observation exacte des moindres faits peut éclairer la Science, j'ai pensé qu'il était utile de relater ce phénomène, que j'ai été étudier sur le lieu même où il s'est produit. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Une explication du mistral; par* **M. Lartigue.**

« Le mistral est un vent d'entre le N. et le N.-O., ordinairement très-intense et quelquefois même violent, qui règne la plus grande partie de l'année sur les côtes du Languedoc et de la Provence et sur les terres voisines. Pendant sa durée, l'air est pur, très-sec, relativement froid, le ciel très-clair et le baromètre élevé. Ces propriétés sont tellement semblables à celles des vents polaires et à celles des alizés soufflant de la terre vers la mer, qu'il est naturel d'en déduire que les uns et les autres proviennent d'une seule et même cause.

» Quelquefois les vents polaires qui soufflent dans le golfe de Gascogne, dans la Manche, sur les mers d'Irlande et d'Écosse et sur la mer du Nord, se propagent le long de la surface terrestre jusqu'à la Méditerranée; mais d'autres fois les vents tropicaux d'entre le S. et l'O. règnent entre les côtes de l'Océan et les Cévennes, tandis que le mistral souffle entre ces montagnes et la Méditerranée.

» Dans le premier cas, les causes du mistral s'expliquent facilement : ainsi les vents d'entre l'O.-N.-O. et le N., et même ceux du N.-N.-E. qui règnent dans le N. des Pyrénées et des Alpes, doivent augmenter d'intensité lorsqu'ils arrivent entre ces montagnes, où l'air se trouve comprimé; ils peuvent même devenir violents, lorsqu'ils parviennent dans la partie où ces deux chaînes sont le plus rapprochées l'une de l'autre.

Les terres comprises entre l'Océan et la Méditerranée étant échauffées lorsque le Soleil est au-dessus de l'horizon, et refroidies lorsque cet astre est couché, les vents de la partie du N. doivent être plus intenses pendant le jour que pendant la nuit. Au surplus, quelle qu'en soit la cause, il en est toujours ainsi, même en hiver, à moins que leur direction ne se rapproche trop de l'O.

» Les Cévennes arrêtent la partie inférieure du courant polaire, lorsqu'il est modéré; alors il peut faire calme entre ces montagnes et les côtes de la

Méditerranée, mais aussitôt qu'il devient intense, il gravit les rampes de ces montagnes, desquelles il descend ensuite avec plus ou moins de rapidité vers les terres chaudes qui sont dans le S.

» Par intervalle, le mistral conserve une grande intensité pendant trois, six ou neuf jours, ensuite il se modère graduellement. Dans la première période, il continue à souffler pendant toute la nuit, mais avec un peu moins de force que pendant le jour; dans la deuxième, il cesse après ou quelque temps après le coucher du Soleil, pour ne reprendre que le lendemain vers les 8 ou 10 heures du matin.

» Les vents polaires, qui sont toujours plus ou moins froids, refroidissent les points de la surface au-dessus desquels ils passent; mais quelque temps après qu'ils se sont établis, le temps, qui d'abord est ordinairement couvert, s'éclaircit; alors le Soleil échauffe graduellement la Terre et l'air qui l'avoisine. Dès que cet air est suffisamment chaud, il tend à s'élever de manière à maintenir la partie inférieure du courant polaire à une certaine distance du S., et lorsque cette distance est assez considérable, il survient soit des calmes, soit des brises locales, et assez souvent ces vents se glissent entre le sol et les vents polaires. Des effets analogues se produisent lorsque la Terre est naturellement plus chaude que l'air qui l'avoisine. C'est ainsi que, sur les côtes et sur les terres de l'Europe occidentale, les vents polaires peuvent, dans un grand nombre de cas, continuer à se porter vers l'équateur en se maintenant dans les régions supérieures de l'atmosphère, au-dessus des calmes, des brises locales ou des vents tropicaux.

» J'ai souvent reconnu l'existence des vents de N.-O. et quelquefois celle des vents de N.-E. au-dessus de ceux d'entre le S. et l'O.; Fitzroy dit, dans son livre du Temps, *que des observations minutieuses et répétées lui ont révélé plus d'une fois la présence des premiers au-dessus de ces derniers;* Maury, dont le nom est cité par certains météorologistes comme autorité en Météorologie, admet que, dans les zones tempérées et dans les zones glaciales, les vents polaires se maintiennent le plus ordinairement au-dessus des vents tropicaux, et comme d'ailleurs le fait a été observé par plusieurs autres navigateurs, il y a lieu, ce me semble, de le considérer comme exact.

» En raison de ce principe de Mécanique que, *lorsque deux fluides sont superposés, le plus lourd tend à occuper la partie inférieure*, les vents polaires des régions supérieures doivent tendre toujours à se rapprocher du sol, et lorsqu'ils y parviennent, ce doit être d'abord sur les points où les courants tropicaux sont le moins intenses, et comme les Pyrénées altèrent toujours plus ou moins l'intensité normale de ces derniers, le mistral commence à

s'établir près de ces montagnes et successivement à Cette, Marseille, Toulon, Saint-Tropez et Antibes, ville près de laquelle il commence à se modifier; car assez souvent les vents viennent du N.-N.-E. ou du N.-E. au golfe Juan et sur les côtes situées à l'E. de ce golfe, tandis qu'à une distance plus ou moins grande au large, le mistral continue encore jusqu'au delà du cap Corse.

» L'intensité des vents S.-O. sur nos côtes de la Méditerranée, comme du reste sur celles de l'Europe occidentale, dépend du point où les alizés commencent à se détourner pour former leur contre-courant. Ce point est susceptible de se déplacer considérablement, non-seulement d'une saison à l'autre, mais encore à peu de jours d'intervalle. Ainsi, si, comme cela arrive assez souvent en hiver, ce point se trouve sur le parallèle de 20 degrés N. et sur le méridien de 20 à 25 degrés O., le contre-courant, qui vient d'abord de l'E.-S.-E., et varie ensuite en augmentant d'intensité à mesure qu'il s'éloigne de l'équateur, au S.-E., au S. et au S.-O., pourra avoir la direction du S.-S.-O sur le parallèle de 30 à 32 degrés, et alors toutes les parties de l'Afrique occidentale situées plus au N., la partie de la Méditerranée comprise entre le détroit de Gibraltar et la côte d'Italie, l'Espagne, le Portugal et la France, se trouvent sur la route de la partie du contre-courant, qui a une grande intensité; mais si les alizés ne se détournent que par 23 degrés de latitude et par 25 degrés de longitude, les contrées que je viens de nommer ne seront plus exposées qu'à des vents plus ou moins modérés du S.-O., et si, comme en été, le contre-courant ne commence que sur le parallèle de 30 degrés et sur le méridien de 30 degrés, les vents de S.-O. ne peuvent parvenir que sur les côtes septentrionales de l'Europe, et alors rien n'empêche le mistral de souffler dans les conditions les plus naturelles (la marche de ce contre-courant est tracée sur mes cartes des vents dominant à la surface des mers, 1840-1855).

» Il arrive souvent, dans les premiers de ces trois cas, que les vents de S.-O. font dévier les vents polaires; alors la pression atmosphérique est moindre que dans les deux autres cas, la température moins basse, le temps moins beau, et le mistral souffle d'autant plus près de l'O. qu'il s'éloigne des côtes de France. Dans le troisième cas, et même chaque fois que les vents tropicaux ne parviennent pas entre les Cévennes et les côtes d'Afrique, le mistral dévie en sens contraire; il souffle à peu près du N. aux Baléares; il varie ensuite successivement au N.-N.-E., au N.-E. et à l'E., en approchant des côtes de l'Algérie.

» La direction du mistral est ordinairement d'entre le N. et le N.-O. sur nos côtes; mais, à quelque distance dans l'intérieur des terres, elle est

souvent N. et même N.-N.-E. Ces différences dans les directions pourraient bien provenir du plus ou du moins de proximité des Pyrénées. J'ai en effet observé que les vents d'entre le N.-O. et le N.-N.-E. avaient de la tendance à prendre la même direction que ces montagnes, dont le gisement est à peu près O.-N.-O. et E.-S.-E. C'est probablement par suite de cette tendance qu'à Port-Vendres les vents sautent plusieurs fois dans la même journée du N. au N.-O. ou à l'O.-N.-O., pour revenir ensuite au N. J'ai fait une remarque semblable dans le voisinage de la partie occidentale de ces montagnes (1).

» D'après quelques auteurs, le mistral serait causé par un refroidissement survenu au sommet des Cévennes. Il est vrai que, sur tous les points où la marche des courants polaires d'une certaine intensité est suspendue ou ralentie par l'effet d'un obstacle quelconque, la température décroît plus ou moins, et qu'après avoir franchi cet obstacle, leur vitesse augmente d'autant plus que la température est devenue plus basse (2). Le froid, survenu de cette manière au sommet des Cévennes, peut bien être une des causes de la violence du mistral; mais son origine, comme celle de tous les vents polaires, provient d'une cause générale, qui est la grande différence existant entre la température élevée de la zone torride et la température, beaucoup plus basse, des zones tempérées et des zones glaciales.

» La violence des vents de S.-O. (*pamperos*) dans le Rio de la Plata et celle des vents de S.-S.-E. dans la ville et sur la rade du Cap de Bonne-Espérance, peut s'expliquer comme celle du mistral. Ceux du S.-O. (vents polaires de l'hémisphère austral) sont en effet beaucoup moins forts sur les côtes du Chili que sur le revers oriental des Cordillères, du sommet desquelles ils descendent comme un torrent impétueux vers les rives de la Plata. Les vents de S.-S.-E. sont aussi moins intenses à False-Bay que dans la ville du Cap, séparées l'une de l'autre par la montagne de la Table. Des nuages couvrant le sommet de cette montagne, tandis que toutes les parties du ciel sont très-claires, annoncent l'arrêt que subissent les vents de S.-S.-E. régnant

(1) Les montagnes et les terres élevées produisent, sur les courants polaires intenses, des effets à peu près analogues à ceux que produisent les barrages dans les cours d'eau.

(2) Lorsque les vents polaires succèdent au calme, ils sont d'abord plus ou moins modérés, et la température décroît peu ; mais lorsqu'ils succèdent à des vents tropicaux qui les ont empêchés pendant quelque temps de continuer leur marche vers l'équateur, ils acquièrent leur plus grande force aussitôt qu'ils surviennent, et la température décroît immédiatement de plusieurs degrés. Ces derniers cas s'observent *très-fréquemment* entre les tropiques et les environs des pôles.

dans False-Bay, et suivant que ces nuages sont plus ou moins condensés, les vents descendront avec plus ou moins de rapidité sur la ville et sur la rade du Cap. »

M. **Duchemin** adresse une Note relative à diverses applications d'un papier importé de la Chine, et produit par la moelle d'un arbre.

L'auteur signale particulièrement les propriétés électroscopiques de ce papier, la consistance et la souplesse qu'il acquiert lorsqu'il est mouillé, et l'emploi qu'on peut en faire pour le tirage des épreuves photographiques.

M. **Lake** adresse, de Birmingham, une Note relative à l'état électro-magnétique du Soleil et des corps célestes.

M. **Maury** adresse, de Montady (Hérault), une Note relative à un décamètre en ruban, servant de mesure de précision.

Cette Note est renvoyée, avec l'instrument, à l'examen de M. Delaunay.

M. A. **Brachet** adresse une nouvelle Note relative à l'éclairage électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Boissier** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat une Note adressée par lui le 3 juin dernier.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

L'Académie continue et termine la discussion des titres des candidats à la place vacante, dans la section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de M. *Stan. Laugier*.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. É. D. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

**M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie que le tome XX des *Mémoires des Savants étrangers* est en distribution au Secrétariat.

**M. MATHIEU** présente à l'Académie, de la part du Bureau des Longitudes, la *Connaissance des Temps* pour l'année 1873, avec des additions relatives à des méridiens fondamentaux. Les déplorables circonstances dans lesquelles la France s'est trouvée ont beaucoup retardé les travaux de tous genres; cependant le volume de 1874 pourra paraître prochainement.

LITHOLOGIE. — *Examen des roches avec fer natif, découvertes en 1870 par M. Nordenskiöld, au Groënland; par* **M. DAUBRÉE.**

« La découverte très-remarquable de grandes masses de fer natif, que M. Nordenskiöld a faite en 1870, dans son voyage au Groënland, a déjà été signalée à l'Académie (1), ainsi que dans un volume où ce savant a rendu compte de son exploration (2).

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1268.

(2) *Redogörelse för en expedition till Grönland ar* 1870. — Je dois à l'obligeance de

» A Ovifak, localité située dans la partie méridionale de l'île de Disko, le rivage présentait, au milieu de blocs arrondis de granite et de gneiss, quinze blocs de fer, dont le plus gros, d'un poids de 20000 kilogrammes, dépasse les plus fortes masses de même nature que l'on ait signalées. Ces blocs se trouvaient les uns à côté des autres, sur une superficie qui n'excède pas 50 mètres carrés.

» A une distance de 16 mètres seulement du principal bloc, une roche, ayant l'apparence du basalte, s'élevait au-dessus du sable, en faisant une saillie de quelques décimètres, sur une longueur de plus de 4 mètres. Du fer natif fut également découvert dans cette roche; il y affecte la forme de grains arrondis ou celle de lentilles, dont l'une, avec une épaisseur de quelques centimètres, s'étend sur une longueur de plusieurs mètres.

» D'ailleurs, aux grosses masses de fer isolées étaient encore adhérents, comme des débris de croûte, des fragments de cette même roche basaltoïde ressemblant à celle qui empâte le fer natif, ce qui montrait que, dans ces deux situations, le fer natif a une même origine.

» L'examen chimique des divers échantillons, qui fut fait par plusieurs chimistes suédois et par M. Nordenskiöld lui-même, y fit connaître la présence du nickel et du cobalt, et vint tout à fait à l'appui de la supposition, que la reconnaissance sur le terrain avait fait naître, que ce sont des masses d'origine extra-terrestre. Telle est aussi la conclusion à laquelle est arrivé M. Wöhler à la suite de l'analyse qu'il vient d'en faire (1).

» Cependant, d'après une autre hypothèse, leur origine serait terrestre et serait liée à celle des roches éruptives qui forment de grands massifs dans le voisinage (2).

» M. Nordenskiöld ayant bien voulu m'envoyer des échantillons des principales variétés de ces roches avec fer natif, je vais faire connaître le résultat de l'examen que j'en ai fait, grâce à l'obligeance de ce courageux et savant explorateur qui, dans très-peu de jours, le 1er juillet, s'embarquera pour une nouvelle expédition scientifique vers le pôle nord.

» Je ne mentionne que pour mémoire un gros bloc de fer à contours

---

M. le Dr Bernhard Lundgren d'avoir pu prendre connaissance du contenu de cet Ouvrage. Toutes les localités dont il est question ici sont figurées sur la carte qui accompagne le volume.

(1) *Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 11 mai 1872.

(2) *Quarterly Journal of Geological Society*, t. XXVIII, p. 2 et 3. — *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XXIX, p. 175.

arrondis, du poids de 65 kilogrammes, et l'un de ceux qui ont été rencontrés épars sur la plage. Comme tous les autres, depuis qu'il est en Europe, il subit une altération très-sensible et donne lieu à un suintement continuel d'un liquide jaune brun, consistant principalement en chlorure de fer.

» Les quatre autres échantillons qui m'ont été transmis ont été pris dans la roche d'aspect basaltique. Quoique présentant certaines analogies, ils appartiennent à autant de types distincts : deux sont doués de l'éclat métallique, l'un d'un gris foncé et l'autre d'un gris clair; dans les deux autres, les substances à éclat métallique sont disséminées en globules et en grains, au milieu de substances lithoïdes, de nature silicatée.

» C'est le premier type que j'examinerai spécialement aujourd'hui, c'est-à-dire la roche métallique noirâtre.

*Examen de la roche métallique noirâtre d'Ovifak.*

» Par son éclat, comme par sa teinte générale d'un gris très-foncé, presque noire, cette roche rappelle certaines variétés de fer oxydulé ou magnétite, d'oligiste ou de fontes graphitiques. Sa cassure est très-lamelleuse, sans que les faces de clivage permettent de reconnaître une disposition régulière et un système cristallin. Elle n'est pas ductile, mais se brise sous le choc du marteau, en donnant des étincelles. La poussière n'est pas d'un noir pur, mais d'un brun rouge très-foncé; elle est fortement attirable au barreau aimanté.

» Considérée dans sa cassure naturelle, la substance paraît de nature uniforme; mais il n'en est pas de même sur une face polie: on y distingue alors, dans la pâte noire qui prédomine, deux substances douées aussi de l'éclat métallique. L'une, d'un blanc clair, y dessine un réseau brillant et fort net, à raison de la manière dont elle s'est logée entre les lamelles : elle offre les caractères du phosphure appelé schreibersite. L'autre, d'un jaune de laiton et en grains irréguliers, consiste en protosulfure de fer ou troïlite. En outre, quelques parties, d'un aspect lithoïde et d'un vert foncé, sont formées de silicates.

» Par la trituration, on réduit le tout en poussière impalpable, sans rencontrer, comme il arrive ordinairement dans les météorites, du fer, en parcelles résistantes et ductiles.

» Traitée par l'eau froide, la matière, finement pulvérisée, abandonne au liquide du chlore, de l'acide sulfurique, de la chaux et du fer; la dissolution est neutre aux papiers réactifs. D'après les résultats de l'analyse,

la substance contient, sur 100 parties, 1,288 de sulfate de chaux, 0,039 de chlorure de calcium et 0,027 de chlorure de fer.

» La présence du chlorure de calcium, qui n'avait pas été, je crois, reconnue précédemment dans les météorites, rappelle celle du sulfure de calcium ou oldhamite, que M. Maskelyne a découverte dans les météorites de Busti. Une substance aussi déliquescente doit contribuer, avec le chlorure de fer, à produire un suintement.

» Sous l'action de la chaleur, la substance perd de l'eau et des gaz carbonés. 3 grammes de matière ont perdu à 100 degrés $0^{gr},0275$, et à 240 degrés $0^{gr},0585$; ce qui correspond, pour 100, à 0,91 d'eau hygrométrique, et à 1,95 d'eau de constitution ou de décomposition.

» On a fondu au creuset brasqué et à la température de la fusion du fer $9^{gr},98$ de la substance, qui ont fourni une masse parfaitement fondue et réduite au poids de $7^{gr},63$, ce qui fait une perte de 23,5 pour 100. Le culot était surmonté d'une très-petite scorie pesant 12 centigrammes.

» L'acide chlorhydrique bouillant dissout presque entièrement la matière, sauf un résidu noir. Il en est de même de l'eau régale.

» La présence du nickel, du cobalt, du chrome et du phosphore a été reconnue. Avec le spectroscope, on a constaté la présence du calcium et celle du cuivre; ce dernier métal a été précipité aussi par le fer.

» Pour doser la quantité totale de fer, on a employé la méthode de M. Margueritte, modifiée par M. Boussingault.

» La détermination du carbone a été obtenue par la méthode que M. Boussingault emploie pour doser le carbone dans les fontes; seulement, à cause du fer combiné resté dans la nacelle à la fin de l'opération, on a dosé le carbone libre à l'état d'acide carbonique. Le fer qui restait dans la nacelle après la combustion du graphite devait représenter le fer combiné à l'état d'oxyde et de sulfure.

» Après avoir constaté la présence de l'arsenic dans l'appareil de Marsh, on a trouvé que ce corps forme 0,41 pour 100 du poids de la matière, c'est-à-dire en proportion beaucoup plus forte qu'il ne paraît avoir été jusqu'à présent reconnu dans les météorites.

» Pour doser l'oxygène aussi approximativement que possible, on a chauffé la matière dans un moufle, de manière à oxyder tous les métaux. Il y a eu une augmentation de poids de 8,26 pour 100; mais, pendant cette calcination, la matière a perdu son acide sulfurique, son soufre, son carbone, son chlore, son fer combiné au chlore, quantités valant 10,078 pour 100. En réalité, il y a donc eu absorption de 19,338 d'oxygène.

D'autre part, la totalité de l'oxygène uni au fer, au cobalt et au nickel après l'oxydation vaut 31,44. De là on déduit que le poids de l'oxygène contenu primitivement dans 100 de matière est égal ou peu inférieur à 12,10.

» Le silicium a été dosé en faisant passer un courant d'hydrogène sur la matière préalablement oxydée, puis un courant d'acide chlorhydrique, et enlevant la silice par l'acide fluorhydrique. Par différence, on a eu la silice et de là le silicium.

» Enfin, par la méthode de M. Boussingault, on a trouvé l'azote.

» Assemblant ces divers résultats, on obtient :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fer métallique | | 40,94 | Fer, total : 71,09. |
| Fer combiné à l'oxygène, au soufre et au phosphore. | | 30,15 | |
| Carbone combiné | | 3,00 | Carbone, total : 4,64. |
| Carbone libre | | 1,64 | |
| Nickel | | 2,65 | |
| Cobalt | | 0,91 | |
| Soufre à l'état de sulfure | | 2,70 | |
| Arsenic | | 0,41 | |
| Phosphore | | 0,21 | |
| Silicium | | 0,075 | |
| Azote | | 0,004 | |
| Oxygène | | 12,10 | |
| Eau de constitution | | 1,95 | |
| Eau hygrométrique | | 0,91 | |
| Substances solubles | Sulfate de chaux. 1,288<br>Chlor. de calcium 0,039<br>Chlorure de fer.. 0,027 | 1,354 | |
| Chrome, cuivre, et pertes | | 1,01 | |
| | | 100,00 | |

» J'ajouterai que M. Berthelot, dans un examen de la même substance, qu'il a bien voulu faire sur ma demande, a constaté les résultats suivants:

1° Par une calcination lente dans un tube de verre de Bohême, elle perd 3,4 pour 100. Cette perte est représentée par de l'eau renfermant un peu d'acide chlorhydrique, par une substance sublimée (chlorure de fer), et par des gaz; ces derniers, dont le volume s'élevait à 20 centimètres cubes environ, sont principalement formés d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, à peu près à volumes égaux. Il n'y avait pas de gaz hydrocarbonés.

» 2° 3 grammes de la même substance ont été consacrés à la recherche du graphite. On les a successivement traités par l'acide nitrique froid, bouil-

lant, et l'acide nitrique fumant mêlé de chlorate de potasse, par l'acide fluorhydrique à deux reprises, et de nouveau par le chlorate de potasse et l'acide nitrique fumant. Après ce traitement, tout s'était dissous, sauf 1 milligramme environ d'une substance noirâtre, très-dure, qui n'était ni du graphite, ni de l'oxyde graphitique. Cette substance n'est pas altérée par le chlorate de potasse fondu, mais elle se dissout dans le sulfate de potasse en fusion.

*Comparaison de cette roche, d'une part, avec les autres météorites connues, d'autre part, avec les roches terrestres les plus analogues.*

» Ce n'est pas seulement par leur grande dimension, mais aussi par leur constitution chimique, que les masses d'Ovifak sont très-remarquables.

» D'abord leur composition, ainsi que certains traits physiques, les distinguent des types de météorites jusqu'à présent connus.

» Dans les deux types lithoïdes, la netteté des cristaux des silicates contraste avec l'état confus de la cristallisation qui est habituel aux météorites: tandis que les silicates y sont généralement en cristaux très-petits, mal formés, on distingue dans les roches d'Ovifak, même à l'œil nu, des clivages nets avec l'angle rentrant qui caractérise un feldspath du sixième système. L'examen, au microscope ou même à la loupe, d'une plaque mince et transparente montre d'une manière très-nette des cristaux incolores, minces et allongés, mâclés suivant des plans parallèles et appartenant à un système doublement oblique, de manière à produire, par leur juxtaposition, sous l'action de la lumière polarisée, tout à fait les mêmes dispositions que les cristaux du labradorite de certaines dolérites. Ils ne présentent pas d'ailleurs ce fendillement, comparable à celui du feldspath des trachytes, que l'on remarque dans les météorites de la famille des chondrites et même de celle des eukrites.

» La présence d'une forte quantité de sels solubles, et particulièrement du sulfate de chaux, est un second caractère à rappeler (1).

» On sait que les météorites renferment presque constamment du fer métallique et du fer combiné à divers états, sulfure, phosphure, chromite, silicates, mais non à l'état d'oxyde libre. Dans les roches d'Ovifak, une grande partie est combinée à l'oxygène, sans qu'on puisse déterminer avec certitude quel est le degré d'oxydation.

---

(1) Dans la météorite d'Orgueil, les sels solubles sont encore en proportion plus considérable, d'après les déterminations de M. Cloëz et de M. Pisani.

» De plus, la présence et l'abondance du carbone dans ces masses, tant combiné au fer qu'à l'état libre, constitue un autre fait non moins remarquable.

» Par ces deux derniers caractères, les roches, d'Ovifak se rapprochent des météorites dites charbonneuses; cependant elles en diffèrent par d'autres caractères, et avant tout par leur aspect, soit dans les parties métalliques, soit dans les parties silicatées. Ce sont de nouveaux types dans la série des roches météoritiques; ils servent à combler une lacune qui existait jusqu'à présent entre les météorites charbonneuses et les autres météorites.

» Si les roches à fer natif d'Ovifak diffèrent à certains égards des météorites connues, elles se séparent d'une manière encore bien plus tranchée des roches terrestres, même des dolérites et des basaltes, auxquelles on serait porté de les rattacher, à raison de la présence de l'oxyde magnétique et de la disposition cristalline des silicates; car jamais, dans ces dernières, on n'a signalé le fer natif allié au nickel et au cobalt, non plus que le protosulfure de fer.

» A la suite des expériences par lesquelles j'ai cherché à imiter les météorites des types connus en agissant sur des roches terrestres, la lherzolite et le péridot, j'ajoutais : « Rien ne prouve qu'au-dessous de ces masses, qui » ont fourni en Islande, par exemple, des laves si analogues au type des » météorites de Juvinas, qu'au-dessous de nos roches péridotiques, dont » se rapproche tellement la météorite de Chassigny, il ne se trouve pas » des massifs dans lesquels commence à apparaître le fer natif, c'est-à- » dire semblables aux météorites du type commun, puis en continuant » plus bas, des types de plus en plus riches en fer, dont les météorites » nous présentent une série de densité croissante, depuis ceux où la » quantité defer représente à peu près la moitié du poids de la roche jus- » qu'au fer massif (1). »

» Des régions qui présentent de vastes épanchements de roches doléritiques, comme le Groënland, paraissent, plus que d'autres, dans des conditions qui favoriseraient un apport de masses très-profondément situées.

» D'ailleurs, sans qu'il y ait lieu de recourir à cette hypothèse d'éruptions exceptionnellement profondes, ces roches basaltiques elles-mêmes, qui renferment au delà de 20 pour 100 de leur poids d'oxyde de fer, pourraient avoir subi, en arrivant au jour, une réduction partielle, de même que

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXIII, p. 414; 5 mars 1866. — *Annales des Mines*, 6e série, t. XIII, p. 62.

dans les expériences que je viens de rappeler. Cette hypothèse serait d'autant plus admissible pour la région qui nous occupe, que le Groënland renferme, entre le 69^e et le 72^e degré de latitude, des couches de lignite nombreuses, épaisses et parfois exploitables (1), particulièrement dans l'île de Disko où est situé Ovifak. On y connaît également des gisements de graphite. De telles masses charbonneuses pourraient avoir été rencontrées par les basaltes dans leur ascension vers la surface.

» Je suis donc loin de considérer comme impossible que des masses de fer natif et nickelifère puissent avoir été apportées jusqu'à la surface du globe par des éruptions; mais tant qu'un fait de cette importance n'aura pas été reconnu sur place et démontré par des observations précises, on n'est pas en droit de l'admettre. Il ne faut pas se laisser séduire par le haut intérêt qu'il présenterait, en fournissant une confirmation des inductions théoriques que je viens de rappeler, et par la nouvelle preuve qu'il procurerait de l'unité de composition des corps célestes accessibles à nos observations.

*Circonstances dans lesquelles les roches à fer natif d'Ovifak, et en général les météorites charbonneuses, peuvent avoir été formées : essai d'imitation synthétique.*

» Quelles que soient les régions des espaces où se sont formées les roches d'Ovifak, leur constitution chimique est très-digne d'intérêt.

» Ce mélange intime de substances qui se décomposent ou se dégagent à une chaleur très-modérée paraît incompatible avec la température élevée par laquelle ces corps ont passé, à en juger par les silicates anhydres et cristallisés dont ils sont accompagnés.

» Le mode d'association dont il s'agit mérite d'autant plus l'attention qu'il ne constitue pas un fait isolé et fortuit; car il se retrouve dans les météorites charbonneuses qui appartiennent à quatre chutes survenues depuis le commencement du siècle (2).

» Dans les autres météorites, bien que le fer métallique allié de nickel ne fasse jamais défaut, on n'a pas signalé ce métal à l'état d'oxyde libre. Or, contrairement à ce que l'on devrait supposer *à priori*, ce sont précisé-

(1) Particulièrement à Noursak, Patoot et à Atane Kerdluk. D'après les savantes déterminations de M. Heer, ces combustibles appartiennent à l'étage tertiaire miocène.

(2) Ce sont les chutes d'Alais (Gard), 15 mars 1806; de Cold Bokkeweld, Cap de Bonne-Espérance, 13 octobre 1838; de Kaba, près Debreczin, en Hongrie, 15 avril 1857; et d'Orgueil (Tarn-et-Garonne), 14 mai 1864.

ment les météorites riches en carbone qui renferment leur fer à l'état d'oxyde, en totalité ou à peu près (1).

» On pourrait émettre la supposition que l'un de ces corps s'est produit après l'autre, et, par exemple, que le fer aurait été ultérieurement oxydé par de la vapeur d'eau.

» Mais en présence d'une association si persistante d'oxyde de fer et de carbone, il est beaucoup plus probable que la présence de l'un est liée à celle de l'autre, comme l'effet à la cause.

» D'après une réaction très-remarquable signalée par M. le docteur Stammer, l'oxyde de carbone, placé en présence d'un oxyde de fer, ou même de fer métallique, se dédouble dans certaines circonstances que M. Grüner a fait connaître d'une manière approfondie (2); il se produit alors un dépôt de carbone, en partie combiné à du fer, en partie mélangé à de l'oxyde, qui me paraît offrir de l'analogie avec la constitution des météorites charbonneuses. Il importe d'ajouter que cette décomposition, qui se produit facilement à environ 400 degrés, n'a plus lieu à une température très-élevée.

» C'est dans cette voie que j'ai tenté et que je continue quelques essais de synthèse, afin d'éclairer expérimentalement les circonstances qui ont pu présider à la formation des roches à fer natif d'Ovifak et des météorites charbonneuses en général.

» Les roches cosmiques de cette catégorie se présentent comme si, alternativement ou simultanément, elles avaient été soumises à des influences oxydantes et à des influences réductrices, telles que celles de la vapeur d'eau et de l'oxyde de carbone.

» Ces dernières actions se seraient d'ailleurs produites quand ces masses n'avaient plus les températures très-élevées par lesquelles elles ont peut-être passé originairement, c'est-à-dire qu'elles correspondraient à la période de refroidissement. »

---

(1) Ainsi quand on dissout dans l'acide chlorhydrique la météorite d'Orgueil, qui renferme au delà de 5 pour 100 de carbone, il n'y a pas dégagement de la moindre trace d'hydrogène comme l'a reconnu M. Cloëz.

Dans d'autres, s'il y a du fer métallique, le métal n'y apparaît pas en grenailles : il y est en très-faible quantité, très-divisé, et comme noyé dans une quantité bien plus considérable d'oxyde, ainsi que le montrent les résultats de l'analyse de la météorite de Cold Bokkeweld, par M. Wöhler.

(2) *Comptes rendus*, t. XXIII, p. 28, et t. XXIV, p. 226.

**M. Delaunay** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du « Rapport présenté à la Commission d'inspection par le Directeur de l'Observatoire de Paris, le 31 mai 1872 ».

**M. Favre** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée « Observations sur les critiques dont le calorimètre à mercure a été l'objet ».

« **M. H. Sainte-Claire Deville** exprime, en quelques mots, l'opinion qu'en se servant du calorimètre à mercure avec toutes les précautions indiquées par M. Favre, on peut obtenir des nombres aussi exacts que par toute autre méthode (1). Mais les circonstances physiques qui entourent l'expérimentation peuvent apporter quelques causes d'erreur, dont on est averti par les écarts de l'instrument lui-même, quand on est suffisamment familiarisé avec son emploi, ce qui explique certaines discordances dont l'instrument n'est pas responsable. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Stan. Laugier*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

| | | |
|---|---|---|
| M. Sédillot obtient. . . . . . . . . . . | 22 | suffrages. |
| M. Marey. . . . . . . . . . . . . . . . . | 18 | » |
| M. J. Guérin . . . . . . . . . . . . . . | 6 | » |
| M. Gosselin. . . . . . . . . . . . . . . | 4 | » |
| M. Vulpian. . . . . . . . . . . . . . . | 4 | » |

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 54,

| | | |
|---|---|---|
| M. Sédillot obtient. . . . . . . . . . . | 34 | suffrages. |
| M. Marey. . . . . . . . . . . . . . . . . | 19 | » |

Il y a un billet blanc.

**M. Sédillot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

---

(1) Il convient d'excepter de cette comparaison le calorimètre à glace de M. Bunsen, dont M. Deville ne connaît pas le maniement, mais dont l'excellent principe et la construction si parfaite promettent un instrument d'une admirable précision.

# RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Delesse, *intitulé « Étude des déformations subies par les terrains de la France »* (1).

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée rapporteur.)

« Les dépôts que la mer a successivement produits pendant les anciennes périodes, et qui occupent une large place dans la constitution de l'écorce terrestre, forment l'objet de l'une des branches les plus importantes de la Géologie. A ce point de vue, les sédiments que la mer étale actuellement sur son fond méritent un examen attentif, comme présentant des termes de comparaison utiles pour l'intelligence de ceux qui les ont précédés, c'est-à-dire des terrains stratifiés.

» Depuis plusieurs années, M. Delesse s'est occupé spécialement de ce dernier sujet ; il a réuni et coordonné, sous une forme claire et substantielle, les nombreux résultats de sondages et autres observations relatives au fond des mers actuelles. Comme complément de ces études, ce savant a ensuite abordé l'examen des anciens sédiments qui, dans la série des âges, ont successivement fondé le sol de la France.

» De nombreux documents, surtout ceux que fournit la *Carte géologique de France*, ainsi que d'autres recueillis par divers géologues qu'il se plaît à citer, lui ont d'abord servi à reconstituer, de la manière la plus probable, les terrains stratifiés, tels qu'ils se sont originairement déposés, c'est-à-dire avant d'avoir éprouvé les déformations complexes que l'on observe de toutes parts, et d'avoir subi des ablations qui en ont fait disparaître des lambeaux souvent très-considérables.

» La configuration actuelle de chacun de ces dépôts, en dehors des ployements considérables qu'ils ont subis dans les chaînes de montagnes, et lors même qu'elle résulte d'un simple gauchissement des strates, est très-digne d'intérêt. Il s'agissait de la représenter.

» Pour atteindre ce but, c'est-à-dire pour figurer la disposition souterraine des couches, M. Delesse a eu recours au système de courbes horizontales dont il a déjà fait un heureux usage dans l'exécution de la carte géologique de la ville de Paris et du département de la Seine.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1225, 6 mai 1872.

» Ce sont les terrains dont le synchronisme est le mieux établi sur toute l'étendue de la France que l'auteur a choisis, en s'attachant spécialement à l'un des étages bien définis de ces terrains; car les limites de la mer ont varié très-notablement pendant le long laps de temps qui a présidé à la formation d'un terrain entier.

» Cinq cartes à l'échelle de $\frac{1}{4000000}$ représentent la France silurienne, triasique, liasique, éocène et pliocène et accompagnent le texte explicatif. Un système de coloriage, judicieusement choisi, complète les notions représentées par les cotes et les courbes de niveau.

» La courbe qui a la cote zéro, c'est-à-dire celle qui figure l'intersection de la surface du terrain avec la surface de niveau de la mer, offre un intérêt particulier; car elle fait ressortir, dans un simple coup d'œil, les régions dans lesquelles le terrain a subi des élévations et celles qui ont éprouvé des abaissements.

» On voit que le travail dont il s'agit est une sorte de relevé géodésique des dépôts des anciennes mers qui ont successivement occupé la partie du globe que nous habitons. Si, d'un côté, l'étude des faits actuels sert à faire pénétrer dans l'intelligence de certains faits passés, d'un autre côté, l'observation de ces derniers ouvre un horizon étendu aux investigations relatives à la période actuelle. Aussi, les nouvelles études de M. Delesse, rapprochées de celles qui les ont précédées, intéressent-elles à plus d'un point de vue.

» En conséquence, nous proposons à l'Académie de remercier M. Delesse de sa Communication et de lui témoigner l'intérêt avec lequel elle a vu appliquer au sol de la France le système de représentation graphique qu'il avait antérieurement employé pour le département de la Seine, système qu'il pourra utiliser pour d'autres contrées encore plus étendues. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique.* Note de M. Th. Schlœsing.

(Commissaires : MM. Peligot, Ch. Sainte-Claire Deville, H. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« La dissolution du carbonate de chaux à la faveur de l'acide carbonique joue un rôle considérable dans les phénomènes naturels. Elle mo-

difie constamment la composition et les propriétés physiques des terrains agricoles, et intervient dans la nutrition des végétaux; elle est la cause principale du transport du carbonate de chaux à la surface du globe et de la formation des roches calcaires; par elle l'eau devient potable ou impropre aux usages domestiques et industriels; en sorte que l'agriculteur, le géologue, l'ingénieur, le manufacturier ont intérêt, aussi bien que le chimiste, à connaître exactement les conditions d'un fait dont les conséquences sont si nombreuses et si variées. Néanmoins, et malgré les travaux de savants éminents, ces conditions ne sont encore nullement déterminées : les proportions de carbonate de chaux et d'acide carbonique dissous ensemble varient selon les circonstances et ne peuvent être représentées par une formule chimique ; et si l'on admet l'existence du bicarbonate de chaux, ce n'est que par analogie avec les bicarbonates de potasse et de soude.

» Conduit à étudier ce sujet à la suite de mes recherches sur les dissolutions contenues dans les sols, et convaincu de la nécessité de préparer pour l'analyse un grand nombre de dissolutions produites dans des conditions bien déterminées, j'ai adopté la méthode suivante :

» Dans l'eau pure, maintenue à une température constante et contenant du carbonate de chaux en excès, faire passer un mélange d'air et d'acide carbonique de composition variable à volonté, mais constante pour chaque expérience, mélange incessamment renouvelé jusqu'à production d'un équilibre parfait entre les corps réagissants; doser alors dans la dissolution filtrée les quantités d'acide carbonique et de chaux ;

» Parcourir ensuite l'échelle des pressions de l'acide carbonique depuis la plus faible jusqu'à la plus forte que je saurais produire ;

» Puis changer la température et recommencer de nouvelles séries d'expériences pour dégager l'influence de la chaleur.

» Les appareils propres à réaliser ces données devant marcher jour et nuit, il était nécessaire de les disposer de manière à dispenser l'opérateur d'une surveillance continuelle : en pareil cas, j'ai recours à des agencements mécaniques fonctionnant par l'eau, source de force la plus facile à régler avec précision. Malgré la difficulté d'une description sans figures, j'espère donner en quelques mots une idée suffisante des dispositions adoptées. J'obtiens deux courants constants d'air et d'acide carbonique à l'aide de tubes en verre remplissant les fonctions de trompes; l'air aspiré est refoulé dans de grands vases où il traverse successivement de la chaux éteinte, de la ponce potassée et de la ponce sulfurique; l'acide carbonique est fourni par un flacon plein de marbre qui reçoit goutte à goutte

de l'acide chlorydrique et laisse écouler par une tubulure inférieure la dissolution de chlorure de calcium. Les deux gaz purifiés vont se mêler dans un vase spécial, puis barbottent dans un ballon qui contient de l'eau pure et du carbonate de chaux ; ce ballon est plongé dans un bain d'eau entretenue à une température invariable à l'aide du thermorégulateur dont j'ai donné la description (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XIX). Les trompes que j'emploie débitent les deux gaz dans un rapport constant, lorsque les filets d'eau qui les alimentent sont eux-mêmes dans un rapport invariable; cette dernière condition se réalise très-simplement : le tourniquet hydraulique, que j'ai déjà mis à profit, comme force motrice, pour arroser uniformément de la terre, me sert ici de distributeur : l'eau destinée à l'alimentation des trompes et débitée par un vase à niveau constant passe d'abord dans le tourniquet qui la répand en cercles dans un bassin dont il occupe le centre; ce bassin est divisé, par des cloisons mobiles, en secteurs entre lesquels l'eau se partage proportionnellement à leurs angles au centre; chaque secteur alimente une trompe. Par ces dispositions, j'ai obtenu des mélanges d'air et d'acide carbonique d'une constance remarquable, ainsi que le témoignent un nombre considérable d'analyses.

» Quand l'équilibre est établi dans la dissolution, c'est-à-dire après six ou sept jours, je filtre en syphonnant sur un entonnoir enfermé sous cloche, dans une atmosphère de même composition que le mélange d'air et d'acide carboniqne, et à la température du bain ; ces précautions évitent toute altération de composition due à la diffusion des gaz ou aux variations de température. Le liquide filtré est aspiré dans un ballon taré, où j'ai fait le vide, et que je pèse après chaque remplissage. L'acide carbonique, déplacé par un acide et entraîné par l'ébullition, est dosé dans un appareil qui permet une approximation de $\frac{1}{2}$ milligramme : la chaux est dosée par l'oxalate d'ammoniaque, après une évaporation à sec dans du platine qui a pour effet d'éliminer des traces de silice empruntées au verre.

» Le tableau suivant présente les résultats calculés pour un litre d'eau de douze expériences faites à la température de 16 degrés avec des mélanges gazeux dans lesquels la proportion d'acide carbonique a été en croissant depuis $\frac{1}{2}$ millième jusqu'à la pureté. Les pressions de cet acide y sont rapportées à la pression 760 millimètres prise pour unité.

| | Pressions. | Acide carbonique. | Carbonate de chaux. | | Pressions. | Acide carbonique. | Carbonate de chaux. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mg | mg | | | | mg |
| I.... | 0,000504 (air atm.) | 60,96 | 74,6 | VII... | 0,1422 | » | 533 |
| | | | | | | mg | |
| II... | 0,000808 | 72,11 | 85 | VIII.. | 0,2538 | 1072,2 | 663,4 |
| III.. | 0,00333 | 123 | 137,2 | IX... | 0,4167 | 1500,5 | 787,5 |
| IV.. | 0,01387 | 218,36 | 223,1 | X.... | 0,5533 | 1846,3 | 885,5 |
| V... | 0,0282 | 310,4 | 296,5 | XI... | 0,7297 | 2269,8 | 972 |
| VI.. | 0,05008 | 408,5 | 360 | XII.. | 0,9841 (acide carb. pur) | 2864,2 | 1086 |

» Pour interpréter ces résultats, j'ai fait une hypothèse que je rapporterai parce qu'elle a été vérifiée par le calcul. Il m'a semblé que la présence d'un carbonate acide, dont l'existence était d'ailleurs très-probable, ne pouvait modifier sensiblement la faculté de l'eau de dissoudre de l'acide carbonique, conformément à la loi d'absorption des gaz, et du carbonate de chaux, en raison de la solubilité propre de ce sel. En conséquence, j'ai commencé par déterminer, avec tous les soins nécessaires, les solubilités dans l'eau pure, à la température de 16 degrés, du carbonate de chaux et de l'acide carbonique. J'ai trouvé :

Pour la première......... 13mg,1 pour 1 litre
Pour la seconde.......... 1948mg,3 »

J'ai procédé ensuite à des calculs dont voici un exemple :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Expér. VI | Carbonate total trouvé pour 1 litre.............. | 360 mg | |
| | Carbonate *neutre* dissous dans 1 litre............ | 13,1 | |
| | Reste, ou carbonate correspondant au carbonate acide (bicarbonate)..... | 346,9 | |
| | Acide carbonique du carbonate neutre .......... | 5,76 | |
| | » du bicarbonate............... | 305,30 | |
| | » libre (d'après la loi d'absorption). | 97,57 | Trouvé. |
| | Total.......... | 408,63 | 408,5 |

» Voici l'ensemble des résultats ainsi obtenus :

| Acide carbonique : | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg | mg | mg | mg | mg | mg |
| Calculé... | 60,7 | 70,6 | 121,5 | 217,5 | 310,4 | 408,6 |
| Trouvé... | 60,9 | 72,1 | 123 | 218 | 310,1 | 408,5 |
| | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |
| | mg | mg | mg | mg | mg | mg |
| Calculé... | 740,3 | 1072,2 | 1500,5 | 1846,3 | 2269,8 | 2864,2 |
| Trouvé... | » | 1072,8 | 1499,1 | 1851,5 | 2271,3 | 2867,2 |

la concordance entre les nombres trouvés et calculés permet de poser la conclusion suivante :

» En présence du carbonate de chaux en excès et d'une atmosphère contenant une proportion constante d'acide carbonique, l'eau dissout à la fois de l'*acide carbonique libre*, du *carbonate neutre* et du *bicarbonate*.

» *La dissolution de l'acide carbonique s'effectue comme dans l'eau pure, en l'absence de carbonate et conformément à la loi d'absorption.*

» *La dissolution du carbonate neutre s'effectue comme dans l'eau pure, en l'absence d'acide carbonique.*

» Quant au bicarbonate, sa proportion dépend, pour une température donnée, de la tension de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère gazeuse, et suit une loi mathématique qui fera l'objet, si l'Académie veut bien me le permettre, d'une prochaine Communication.

» En terminant, je reviens au point de départ de ces recherches, pour faire observer que, dans les terrains agricoles, où l'atmosphère confinée contient en moyenne, d'après MM. Boussingault et Lewy, environ 1 pour 100 d'acide carbonique, la dissolution de substances minérales doit contenir à peu près 110 milligrammes de chaux combinée à l'acide carbonique, sans compter celle qui est unie à d'autres acides. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fabrication des couleurs d'aniline.* Note de MM. GIRARD et DE LAIRE. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Les procédés au moyen desquels la rosaniline est convertie en matières colorantes de différentes couleurs sont, on peut le dire, tout à fait inoffensifs au point de vue de la santé publique. D'un autre côté, l'extraction de la benzine, sa conversion en nitrobenzine, la réduction de celle-ci en aniline, peuvent être déjà, depuis quelques années, regardées comme des opérations faciles, industrielles, ne présentant aucun danger réel. Nulle industrie ne mériterait donc moins que celle qui nous occupe d'être rangée dans la catégorie des industries insalubres, et il n'y aurait qu'à s'applaudir de ses développements, source de richesse pour notre pays, si le remarquable ensemble des fabrications qui la constituent n'était radicalement vicié par le procédé de préparation de la rosaniline, cause permanente d'empoisonnement pour les lieux où il s'exécute.

» Il repose, en effet, sur l'emploi de l'acide arsénique, et n'exige pas moins de 400 kilogrammes de cet acide pour une production de 100 kilogrammes de rosaniline propre à être transformée en bleu ou en violet. Il y a telles fabriques que nous pourrions citer, qui consomment plus de 600 kilo-

grammes d'acide arsénique par jour, quantités effrayantes, si l'on songe au pouvoir toxique de ce corps et à la manière dont les fabriques s'en débarrassent, soit en les jetant à l'état d'arsénite et d'arséniate de soude dans les cours d'eau, soit en les enfouissant, sous forme de composés calcaires ou organiques, dans le sol même.

» On conçoit sans peine que de nombreux empoisonnements aient dû être la conséquence de ce mode d'opérer. Presque toutes les usines dans lesquelles on produit le rouge d'aniline sur une vaste échelle ont été le théâtre d'accidents de cette nature, assez graves pour forcer les Conseils d'hygiène et les autorités compétentes, à Lyon, à Bâle, à Zurich, d'intervenir et de se préoccuper des mesures à prescrire pour éviter le retour de pareils faits (1).

» Malheureusement aucune des prescriptions, édictées ou conseillées, ne s'est trouvée jusqu'à présent soit efficace soit pratique. *A priori*, on a peine à comprendre qu'il en soit ainsi; la question semble comporter deux solutions, également possibles théoriquement, et paraissant n'exiger pour être pratiquées que peu d'efforts.

» Ces deux solutions sont : ou bien le remplacement de l'acide arsénique comme agent de transformation de l'aniline en rosaniline, par un autre réactif non vénéneux ou ne donnant pas naissance à des résidus vénéneux; ou bien un mode de traitement du rouge d'aniline arsenical, permettant de recueillir en entier, sous une forme quelconque, l'arsenic qu'il contient et de le régénérer.

» Dans chacune de ces deux voies, malgré des essais multipliés, malgré un intérêt pressant, l'industrie n'est point parvenue à un résultat satisfaisant. Vainement on a tenté de remplacer l'acide arsénique par le nitrate de mercure, l'acide antimonique, la nitrobenzine agissant en présence du fer; procédés ou réactifs, rien n'a franchi le seuil du laboratoire; aucun fabricant n'a jamais pu les pratiquer sincèrement et exclusivement. Il y a déjà sept ans, vivement préoccupés nous-mêmes de cette question, nous avons cru en trouver la solution, d'une part dans l'évaporation des eaux arsenicales, d'autre part dans la combustion, au moyen de fours spéciaux, des résidus solides provenant de la purification de la rosaniline. Mais ces traite-

---

(1) L'Angleterre n'a été préservée de semblables accidents que par la situation des usines placées sur des cours d'eau, assez près de la mer pour être soumis à l'influence du flux et du reflux.

ments, qui en eux-mêmes sont simples et peu coûteux, imposent cependant aux fabricants français un surcroît de dépenses qu'ils ne peuvent supporter, surtout en présence du bas prix actuel de ces couleurs et de la concurrence allemande, si favorisée par le bon marché des sels et des alcools exempts de toute taxe en Suisse et en Allemagne.

» Nous avons pensé qu'une solution, alors même qu'elle ne serait qu'indirecte et approchée, n'en posséderait pas moins une importance réelle. Telle est celle que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie pour le Concours des arts insalubres de cette année.

» Elle repose sur ce fait déjà indiqué en commençant, que la teinture ne consomme qu'une quantité très-restreinte de la masse totale de la rosaniline fabriquée, dont la plus grande partie, dans le rapport de 9 à 1, est employée à produire d'autres matières colorantes bleues, vertes, violettes ou brunes. De là il suit qu'un procédé qui permettrait de préparer la rosaniline triphénylique sans employer le rouge d'aniline ni aucune substance toxique, réduirait les quantités d'acide arsénique consommées par l'industrie des matières colorantes artificielles dans une proportion considérable, que nous estimons être de deux cinquièmes environ.

» Ce procédé résulte de l'ensemble de nos recherches sur la préparation des monamines secondaires phényliques et toluyliques, et sur leur transformation en rosaniline et mauvaniline phényliques et toluyliques.

» Une courte description de ce nouveau mode de fabrication montrera que nous ne sommes point, en cherchant à éviter un inconvénient, tombés, comme il arrive quelquefois, dans un plus grand; mais que notre procédé est bien véritablement d'une innocuité complète, et, de plus, parfaitement pratique.

» *Préparation de la diphénylamine, de la ditoluylamine et en général de toutes les monamines secondaires et tertiaires de la série aromatique.* — Le procédé au moyen duquel nous préparons la diphénylamine commerciale présente la plus extrême simplicité. Il consiste essentiellement à faire réagir, dans un appareil fermé, sous une pression de cinq à six atmosphères et à une température de 250 à 260 degrés, l'aniline du commerce sur son chlorhydrate. L'appareil, contenant environ deux hectolitres, se compose d'un vase cylindrique en fonte, émaillé intérieurement et fermé au moyen de boulons par un couvercle portant une soupape, un manomètre et un tube creux servant d'étui à un thermomètre. Il est encastré dans un fourreau construit en briques et disposé de manière à ce que le chauffage s'opère par l'air chaud seulement.

» On introduit dans l'appareil environ équivalents égaux d'aniline et de chlorhydrate d'aniline parfaitement sec, et l'on élève graduellement la température jusqu'à 260 degrés; la pression intérieure ne dépasse pas cinq ou six atmosphères. On maintient cette température

dix à onze heures, et au bout de ce temps on laisse refroidir. Dans ces conditions, l'aniline et son chlorhydrate se sont transformés en grande partie en diphénylamine.

» Pour purifier cette substance, on traite toute la masse à chaud par l'acide chlorhydrique fort et l'on étend la dissolution imparfaite obtenue, d'une grande quantité d'eau, vingt à trente fois le volume de l'acide employé. L'aniline non transformée reste en dissolution dans la liqueur à l'état de chlorhydrate d'aniline ainsi que quelques résidus colorés, tandis que la diphénylamine, dont le chlorhydrate est décomposable par l'eau, se précipite. On la recueille, on la lave, on la sèche, et pour achever sa purification, on la distille soit à feu nu, soit par entraînement mécanique au moyen de la vapeur d'eau.

« C'est au moyen de ce procédé que l'un de nous a depuis obtenu et pu étudier les monamines aromatiques suivantes : Phényltoluylamine, ditoluylamine ou dicrésylamine, phénylxylidine, crésylxylidine, dixylidine, phénylnaphtylamine, crésylnaphtylamine, xylylnaphtylamine, dinaphtylamine.

» Nous avons pu également, en introduisant des radicaux alcooliques dans les monamines secondaires précédentes, obtenir des monamines tertiaires capables de se transformer en matières colorantes : Méthyldiphénylamine, benzyldiphénylamine, méthylditoluylamine, éthylditoluylamine, benzylditoluylamine.

» *Transformation de la diphénylamine en bleu.* — Presque tous les agents oxydants qui convertissent l'aniline commerciale en rosaniline peuvent opérer la transformation de la diphénylamine commerciale (mélange de diphénylamine et de ses homologues) en matière colorante bleue. Mais de tous ces réactifs, celui dont l'emploi nous a paru le plus avantageux sous le rapport du rendement, de la rapidité de l'opération, de la facilité de la purification du bleu obtenu, c'est le sesquichlorure de carbone. La réaction est très-nette. Le sesquichlorure de carbone passe à l'état de protochlorure et distille.

» L'opération se pratique dans des cornues en fonte émaillée, munies d'agitateurs et chauffées au bain d'huile. Elles peuvent contenir environ 40 à 50 litres. On introduit 12 kilogrammes de sesquichlorure de carbone et 10 kilogrammes de diphénylamine commerciale. On chauffe graduellement jusqu'à 180 degrés. La réaction commence vers 160 degrés; on maintient le thermomètre entre ces deux points, pendant trois ou quatre heures; 6 atomes de chlore enlèvent 6 atomes d'hydrogène à trois molécules des monamines secondaires, qui se soudent pour donner naissance à une molécule d'une triamine tertiaire colorante. Il se produit un abondant dégagement d'acide chlorhydrique et il distille du protochlorure de carbone : on le recueille dans une éprouvette graduée, sur laquelle on a marqué d'avance le volume que doit occuper le protochlorure correspondant au sesquichlorure employé. Lorsque cette quantité est obtenue, la réaction est terminée.

» On coule alors, sur des plaques de tôle, la matière colorante qui devient cassante par le refroidissement et se présente sous un bel aspect métallique.

» *Purification.* — Le bleu en cet état n'est pas assez pur pour les besoins de la teinture ; il exige une purification qui peut être faite suivant différentes méthodes, mais il nous suffira de citer la suivante :

Une partie de bleu brut est dissoute dans deux parties d'aniline tiède. Cette solution est versée dans dix fois son poids de benzine, petit à petit et en agitant constamment. Cette opération se fait à froid, dans un vase fermé, pour éviter l'évaporation; on peut la répéter plusieurs fois, puis le bleu recueilli est lavé avec cinq fois son poids de benzine, dans un

appareil fermé. Cette matière dans cet état est propre déjà aux usages de la teinture; on peut, s'il est nécessaire, la purifier davantage en la transformant en base, par l'ébullition dans une solution étendue de potasse dans l'alcool, et en précipitant la solution filtrée de cette base dans l'alcool, par un acide tel que l'acide chlorhydrique. Le bleu obtenu se présente alors sous la forme d'un précipité cristallin, qui, lavé et séché, constitue une magnifique matière colorante.

» Tel est l'ensemble des opérations qui nous ont permis d'obtenir une matière colorante bleue, sans prendre la rosaniline comme point de départ, et d'éviter par suite l'emploi de l'acide arsénique. Cette nouvelle méthode, dont nous avons montré la généralité dans diverses publications, dès 1866, est devenue féconde. Divers chimistes et industriels, tels que MM. Bardy, Poirrier, Dusart et Lauth l'ont appliquée et perfectionnée; ils ont préparé ainsi les matières colorantes violettes que l'on n'obtenait qu'en soumettant la rosaniline à l'action des iodures alcooliques, par l'action des agents déshydrogénants sur les monamines secondaires, à la fois aromatiques et alcooliques, telles que la méthylaniline, la méthyltoluidine, la diméthylaniline, etc.

» Il ne reste donc plus qu'à produire le vert au moyen des monamines secondaires ou tertiaires, pour que la solution du problème indiqué soit aussi complète que possible, dans les termes que nous avons posés. De nombreuses expériences nous permettent de prévoir que ce moment n'est pas éloigné. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle pile à sulfate de cuivre, disposée en vue de l'application des courants continus à la thérapeutique.* Note de **M. J. Morin.** (Extrait.)

(Renvoi à l'examen de M. Becquerel.)

« L'élément nouveau que nous proposons a pour objet d'éviter complétement l'inconvénient qui résulte, dans la pile à sulfate de cuivre ordinaire, des dépôts de zinc qui se forment, soit sur le cuivre, soit sur le vase poreux. Il consiste en un cylindre de cuivre, à l'intérieur duquel se trouve placé concentriquement le cylindre de zinc; l'espace annulaire compris entre les deux surfaces métalliques est partagé en deux parties égales, par un cylindre en papier à filtrer. On met du grès ordinaire entre la surface intérieure du cuivre et le diaphragme de papier, et du soufre sublimé du côté du zinc; le tout est plongé dans une solution de sulfate de cuivre, qui pénètre dans la masse au moyen de divers petits orifices pratiqués au travers du cuivre.

» Des centaines d'éléments, préparés de cette manière et fonctionnant assez fréquemment, sont montés depuis plus de 20 mois, et l'altération qu'ils ont subie indique qu'ils ont parcouru la moitié de leur carrière; ils sont restés parfaitement clos pendant ce temps et n'ont été l'objet ni d'entretien ni de surveillance. »

**M. Piarron de Mondésir** adresse une Note relative à la valeur théorique du rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz permanents.

L'auteur arrive, par des considérations théoriques, à assigner à ce rapport la valeur $\gamma = 2$. Il fait remarquer que ce résultat est en désaccord avec l'expérience et avec la formule donnée par Laplace, pour la vitesse de propagation du son ; mais, d'autre part, la nouvelle théorie des gaz permanents qu'il a exposée dans ses publications précédentes conduit à remplacer la formule de Laplace par une formule nouvelle, qui concorde très-suffisamment avec les mesures directes de la vitesse de propagation du son dans l'atmosphère.

(Commissaires : MM. Bertrand, Delaunay, Phillips.)

**M. Ch. Antoine** adresse à l'Académie, avec un exemplaire *autographié* du « Mémoire sur les propulseurs héliçoïdaux » qu'il lui a présenté le 11 avril 1870, des « Tables pour le calcul des hélices et des résistances de carène ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Delaunay, Pâris, Dupuy de Lôme.)

**M. E. Pierre** adresse la description d'un système de propulseur pour bateaux à vapeur.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Rolland.)

**M. Benner** adresse, de Mulhouse, une Note relative à un procédé de ventilation pour les fosses d'aisance.

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

**M. Josz** adresse une réclamation de priorité, à propos du système de reproduction de dessins sur étoffes présenté à l'Académie par M. *Vial*.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Dumas.)

**M. H. Verneuil** soumet au jugement de l'Académie un « Examen de la mémoire, au point de vue physiologique, psychologique, etc. ».

(Renvoi à l'examen de M. Cl. Bernard.)

## CORRESPONDANCE.

**M. le Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, diverses brochures adressées par M. l'abbé *Moigno*, et portant pour titres : « Métamorphoses chimiques du carbone, par M. *W. Odling;* Programme d'un cours en sept leçons, sur les phénomènes et les théories électriques, par M. *J. Tyndall;* la Lumière, Notes d'un cours de neuf leçons sur le rôle scientifique de l'imagination, par M. *J. Tyndall;* Géologie des Alpes et du tunnel des Alpes, par M. *Elie de Beaumont*, et Nouvelles observations géologiques sur les roches anthracitifères des Alpes, par M. *Sismonda;* Recherches sur les agents explosifs modernes et leurs applications récentes, recueillies et résumées par M. l'abbé *Moigno;* L'art des projections, par M. l'abbé *Moigno;* etc. »

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination de la trajectoire d'un point pour laquelle une certaine intégrale est minimum.* Note de **M. Bresse**, présentée par M. Delaunay.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 25 mars dernier, j'ai cherché la brachistochrone d'un point soumis à une force quelconque, avec la seule condition que le théorème des forces vives fût applicable, ou, en d'autres termes, qu'il existât une fonction des forces. Je me propose aujourd'hui de généraliser la solution, en supposant qu'il s'agisse de rendre minimum, non pas le temps total du trajet égal à $\int \frac{ds}{v}$, mais une intégrale $\int U ds$, en désignant par U une fonction quelconque de la vitesse $v$.

» Précisons bien d'abord la question : *un point mobile m devant partir d'un point donné* A, *avec une vitesse* $v_0$ *de grandeur connue, pour arriver en un autre point donné* B, *et devant être constamment soumis à une force* F, *fonction de ses coordonnées* $x, y, z$, *sur quelle courbe faut-il l'assujettir à se mouvoir pour que l'intégrale* $\int U ds$, *dans le parcours* AB, *soit un minimum?*

» Je suppose toujours qu'on ait l'équation des forces vives

$$v^2 = 2f(x, y, z) + H, \tag{1}$$

et les surfaces de niveau répondant aux valeurs constantes de la fonction $f$.

» Cela posé, soient AB la trajectoire;

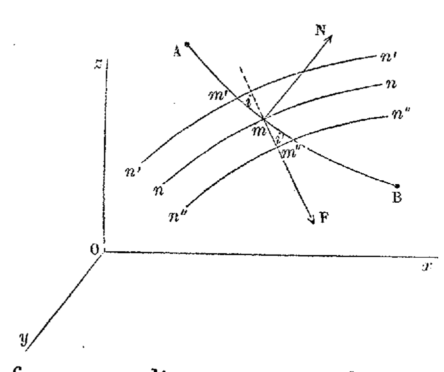
$m'$, $m$, $m''$ trois positions consécutives infiniment voisines du point mobile, par lesquelles passent les surfaces de niveau $n'n'$, $nn$, $n''n''$;

$F$ la force correspondante à la position $m$, laquelle a pour composantes $X$, $Y$, $Z$, suivant les axes coordonnés;

$N$ la réaction normale exercée en outre par la courbe $AB$;

$i$ et $i'$ les angles infiniment peu différents que les éléments $m'm$, $m''m$ font avec la force $F$, ou avec la normale à la surface $nn$.

» Si l'intégrale $\int U\,ds$ est un minimum, la somme de ses deux éléments $U\overline{m'm} + (U + dU)\overline{mm''}$ doit elle-même être minimum, sans quoi une simple modification du parcours $m'm''$ permettrait de diminuer la somme totale; on en déduit immédiatement, comme dans la solution bien connue du problème de minimum de Fermat : 1° que le plan osculateur $m'mm''$ doit être normal en $m$ à la surface $nn$, car autrement on pourrait diminuer à la fois $m'm$ et $mm''$, sans changer $U$ et $U + dU$ dans l'expression précédente; 2° qu'il faut remplir en outre la condition




$$U \sin i = (U + dU) \sin i'$$

exprimant que la différentielle de la même expression est nulle quand $m$ varie sur l'intersection de ce plan osculateur avec $nn$. D'ailleurs $i' - i$ n'est autre que l'angle de contingence $\frac{ds}{\rho}$; donc

$$U \sin i = (U + dU) \sin\left(i + \frac{ds}{\rho}\right) = (U + dU)\left(\sin i + \frac{ds}{\rho} \cos i\right),$$

ou, toute réduction faite,

$$\frac{dU}{ds} \sin i + \frac{U \cos i}{\rho} = 0.$$

Or les équations du mouvement donnent, la masse du point étant prise pour unité,

$$\cos i = \frac{v\,dv}{F\,ds}, \quad \frac{1}{\rho} = \frac{N - F \sin i}{v^2};$$

donc on a, par substitution de ces valeurs,

$$\frac{dU}{ds} \sin i + \frac{U\,dv}{F v\,ds}(N - F \sin i) = 0,$$

d'où l'on tire

$$N = F \sin i \left(1 - \frac{v\,dU}{U\,dv}\right). \tag{2}$$

Comme on a aussi $N = \frac{v^2}{\rho} + F \sin i$, l'élimination de $F \sin i$ donne une seconde expression de l'inconnue auxiliaire N, savoir

$$N = \frac{v^2}{\rho} - \frac{U v\,dv}{\rho\,dU}. \tag{3}$$

» *Équations de la trajectoire.* — La valeur (3) de N comprend une partie $\frac{v^2}{\rho}$ justement égale à la force nécessaire pour produire l'accélération centripète : donc le surplus doit être joint à F pour produire l'accélération tangentielle. Remplaçons cette force $-\frac{U v\,dv}{\rho\,dU}$, dirigée suivant le rayon de courbure, par ses composantes, suivant les axes coordonnés; cela est facile, car, en prenant $s$ pour variable indépendante, les trois projections de $\frac{1}{\rho}$ sont $\frac{d^2x}{ds^2}$, $\frac{d^2y}{ds^2}$, $\frac{d^2z}{ds^2}$, et ces quantités, multipliées par $-\frac{U v\,dv}{dU}$, donneront les composantes dont il s'agit.

» Ainsi l'accélération $\frac{dv}{dt}$ ou $\frac{v\,dv}{ds}$ est due à une résultante ayant pour projections

$$X - \frac{U v\,dv}{dU}\frac{d^2x}{ds^2}, \quad Y - \frac{U v\,dv}{dU}\frac{d^2y}{ds^2}, \quad Z - \frac{U v\,dv}{dU}\frac{d^2z}{ds^2};$$

donc on écrira immédiatement

$$\left\{\begin{aligned} \frac{v\,dv}{ds}\frac{dx}{ds} &= X - \frac{U v\,dv}{dU}\frac{d^2x}{ds^2}, \\ \frac{v\,dv}{ds}\frac{dy}{ds} &= Y - \frac{U v\,dv}{dU}\frac{d^2y}{ds^2}, \\ \frac{v\,dv}{ds}\frac{dz}{ds} &= Z - \frac{U v\,dv}{dU}\frac{d^2z}{ds^2}. \end{aligned}\right. \tag{4}$$

» Si l'on voulait éviter de choisir d'avance la variable indépendante, il faudrait remplacer les trois dérivées secondes par $\frac{d\frac{dx}{ds}}{ds}$, $\frac{d\frac{dy}{ds}}{ds}$, $\frac{d\frac{dz}{ds}}{ds}$.

» Les équations (4) définissent la trajectoire; elles renferment en outre implicitement l'équation des forces vives, dont on obtiendrait la différentielle en les ajoutant après les avoir respectivement multipliées par $dx$, $dy$, $dz$, et tenant compte de la relation $dx^2 + dy^2 + dz^2 = ds^2$; enfin si on les

ajoute respectivement multipliées par $dy\,d^2z - dz\,d^2y$, $dz\,d^2x - dx\,d^2z$, $dx\,d^2y - dy\,d^2x$, on retrouve ce fait connu d'avance que la force F est dans le plan osculateur.

*Applications.*

» 1° *Cas de la pesanteur.* — L'axe des $z$ étant pris vertical et descendant, on a $X = 0$, $Y = 0$, $Z = g$. Les deux premières équations (4) donnent, par une division membre à membre, une équation revenant à

$$\frac{d\frac{dx}{ds}}{\frac{dx}{ds}} = \frac{d\frac{dy}{ds}}{\frac{dy}{ds}},$$

d'où l'on tire successivement, en nommant $\alpha$ et $\beta$ deux constantes

$$dx = \alpha dy, \quad x = \alpha y + \beta.$$

C'est l'équation d'un plan vertical contenant la trajectoire : nous le supposerons pris pour plan des $zx$. L'équation non employée est

$$\frac{v\,dv}{ds}\frac{dz}{ds} = g - \frac{Uv\,dv}{dU}\frac{d^2z}{ds^2},$$

ou bien, comme le théorème des forces vives donne $v\,dv = g\,dz$,

$$\left(\frac{dz}{ds}\right)^2 = 1 - \frac{U\,dz}{dU}\frac{d^2z}{ds^2}.$$

Cette équation peut s'écrire

$$\frac{-\frac{2\,dz\,d^2z}{ds^2}}{1 - \left(\frac{dz}{ds}\right)^2} + \frac{2\,dU}{U} = 0,$$

ou en intégrant

$$U^2\left(1 - \frac{dz^2}{ds^2}\right) = \text{const} = C^2.$$

Par suite

$$U\frac{dz}{ds} = \sqrt{U^2 - C^2},$$

et en intégrant une seconde fois,

$$s = \int \frac{U\,dz}{\sqrt{U^2 - C^2}} + \text{const.}; \tag{5}$$

il ne reste à faire qu'une quadrature, car $v^2$ étant égal à $2gz + H$, la quan-

tité U donnée en fonction de $v$ est aussi, par là même, une fonction connue de $z$.

» Pour avoir l'équation de la courbe en coordonnées rectangulaires, on remplacera, dans la première intégrale ci-dessus trouvée, $ds^2$ par $dz^2+dx^2$. Il vient ainsi

$$U^2\left(1-\frac{dz^2}{dz^2+dx^2}\right)=C^2,$$

d'où l'on tire

(6) $$\frac{dx}{dz}=\frac{C}{\sqrt{U^2-C^2}} \quad \text{et} \quad x=C\int\frac{dz}{\sqrt{U^2-C^2}}+\text{const.};$$

le problème se trouve encore réduit à une quadrature.

» 2° *Cas d'une force centrale, fonction de la distance.* — Le centre d'action étant pris pour origine des coordonnées, on a identiquement

$$Yz-Zy=0, \quad Zx-Xz=0, \quad Xy-Yx=0,$$

et par suite, si l'on forme le premier de ces binômes d'après les deux dernières équations (4),

$$\frac{z\,dy-y\,dz}{ds}=-\frac{U\,ds}{dU}\left(z\frac{d^2y}{ds^2}-y\frac{d^2z}{ds^2}\right).$$

» Cette équation mise sous la forme

$$\frac{d\left(z\frac{dy}{ds}-y\frac{dz}{ds}\right)}{z\frac{dy}{ds}-y\frac{dz}{ds}}=-\frac{dU}{U},$$

s'intègre immédiatement et donne, en nommant C une constante,

(7) $$U\left(z\frac{dy}{ds}-y\frac{dz}{ds}\right)=C.$$

» On trouverait de même, D et E désignant deux autres constantes,

$$U\left(x\frac{dz}{ds}-z\frac{dx}{ds}\right)=D, \quad U\left(y\frac{dx}{ds}-x\frac{dy}{ds}\right)=E.$$

» L'addition de ces trois équations multipliées respectivement par $x, y, z$, donne

$$Cx+Dy+Ex=0;$$

donc la trajectoire est dans un plan passant par le centre d'action, et nous supposerons que ce plan soit pris pour celui des $yz$.

» Adoptons maintenant des coordonnées polaires, et posons

$$z = r\cos\theta, \quad y = r\sin\theta :$$

l'équation (7) devient alors

$$(8) \qquad r^2 d\theta = \frac{C}{U}\, ds.$$

On a, d'autre part, $ds^2 = dr^2 + r^2 d\theta^2$, et conséquemment, par l'élimination de $ds$ au moyen de l'équation (8),

$$dr^2 + r^2 d\theta^2 = \frac{U^2 r^4}{C^2} d\theta^2; \quad \text{donc} \quad d\theta = \frac{C\,dr}{r\sqrt{U^2 r^2 - C^2}},$$

ou enfin

$$(9) \qquad \theta = C \int \frac{dr}{r\sqrt{U^2 r^2 - C^2}} + \text{const.}$$

» On se rappelle que U désigne une fonction connue de $v$, et par le théorème des forces vives on connaît $v$ en fonction de $r$ : l'équation (9) est donc, moyennant une quadrature à effectuer, l'équation polaire de la courbe demandée.

» *Observation.* — Il est assez remarquable que nous ayons pu traiter les deux applications précédentes et en donner une solution à peu près complète sans rien supposer sur la forme de la fonction U. Or quand on fait $U = v$ ou $U = \frac{1}{v}$, le problème que nous avons résolu revient à chercher soit la trajectoire d'un point libre (en vertu du principe de la moindre action), soit sa brachistochrone : donc, dans le cas de la pesanteur ou d'une force centrale, la détermination de la trajectoire d'un point libre, celle de sa brachistochrone, ou encore celle de la courbe rendant minimum l'intégrale $\int U\,ds$ du produit de l'élément de chemin par une fonction quelconque de la vitesse, sont des problèmes réductibles à des quadratures au moyen de procédés identiques. Leur difficulté, sous ce rapport, est la même, et les différences ne peuvent porter que sur le degré de complication des quadratures à effectuer, ou sur la détermination des constantes arbitraires. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les mouvements relatifs à la surface de la Terre.* Note de **M. F. Tisserand**, présentée par M. Delaunay.

» Considérons le mouvement d'un corps pesant mobile autour de son centre de gravité, et en tenant compte seulement de la force centrifuge composée. Prenons pour axes fixes l'axe de la Terre, et deux axes $ox$, $oy$, situés dans le plan de l'Équateur, de façon que l'ascension droite du point $y$ surpasse celle de $x$ de 90°; soient $ox_1$, $oy_1$, $oz_1$ les axes principaux d'inertie

du corps à une époque quelconque; $p$, $q$, $r$ les composantes de la rotation suivant ces axes; A, B, C les moments d'inertie principaux du corps; $n$ la vitesse de rotation de la Terre; définissons enfin les neuf cosinus par les formules

$$x = a x_1 + b y_1 + c z_1,$$
$$y = a' x_1 + b' y_1 + c' z_1,$$
$$z = a'' x_1 + b'' y_1 + c'' z_1;$$

on trouve aisément que les équations d'Euler sont ici

$$(1) \quad \begin{cases} A\dfrac{dp}{dt} + (C-B)qr = n[(A+B-C)c''q - (C+A-B)b''r], \\ B\dfrac{dq}{dt} + (A-C)rp = n[(B+C-A)a''r - (A+B-C)c''p], \\ C\dfrac{dr}{dt} + (B-A)pq = n[(C+A-B)b''p - (B+C-A)a''q], \end{cases}$$

$p$, $q$, $r$ sont liés aux cosinus par les relations bien connues

$$(2) \qquad \frac{da}{dt} = br - cq, \quad \frac{db}{dt} = cp - ar, \quad \frac{dc}{dt} = aq - bp, \ldots.$$

» Les équations (1) qui sont établies dans divers Traités de Mécanique, sont susceptibles d'une transformation simple et élégante; soit posé

$$p + na'' = P, \quad q + nb'' = Q, \quad r + nc'' = R;$$

on trouve, en tenant compte des relations (2),

$$(3) \quad \begin{cases} A\dfrac{dP}{dt} + (C-B)QR = n^2(C-B)b''c'', \\ B\dfrac{dQ}{dt} + (A-C)RP = n^2(A-C)c''a'', \\ C\dfrac{dR}{dt} + (B-A)PQ = n^2(B-A)a''b''; \end{cases}$$

mais les relations entre P, Q, R, et les neuf cosinus, n'ont plus la même forme (2); voici ces nouvelles relations :

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l|l|l} \dfrac{da}{dt} = bR - cQ + na' & \dfrac{db}{dt} = cP - aR + nb' & \dfrac{dc}{dt} = aQ - bP + nc \\ \dfrac{da'}{dt} = b'R - c'Q - na & \dfrac{db'}{dt} = c'P - a'R - nb & \dfrac{dc'}{dt} = a'Q - b'P - nc \\ \dfrac{da''}{dt} = b''R - c''Q & \dfrac{db''}{dt} = c''P - a''R & \dfrac{dc''}{dt} = a''Q - b''P \end{array} \right.$$

» La forme de ces équations conduit à poser

$$(5)\left\{\begin{array}{l|l|l} a=\alpha\cos nt+\alpha'\sin nt & b=-\beta\cos nt+\beta'\sin nt & c=\gamma\cos nt+\gamma'\sin nt \\ a'=\alpha'\cos nt-\alpha\sin nt & b'=-\beta\sin nt+\beta'\cos nt & c'=\gamma'\cos nt-\gamma\sin nt \\ a''=\alpha''\ldots. & b''=+\beta''\ldots. & c''=\gamma''\ldots. \end{array}\right.$$

les équations (3) restent les mêmes, si ce n'est qu'on aura à y remplacer, pour la symétrie, $a''$, $b''$, $c''$ par $\alpha''$, $\beta''$, $\gamma''$; quant aux formules (4), elles deviennent

$$(6)\quad\left|\begin{array}{l|l|l} \frac{d\alpha}{dt}=\beta\,\mathrm{R}-\gamma\,\mathrm{Q} & \frac{d\beta}{dt}=\gamma\,\mathrm{P}-\alpha\,\mathrm{R} & \frac{d\gamma}{dt}=\alpha\,\mathrm{Q}-\beta\,\mathrm{P} \\ \frac{d\alpha'}{dt}=\beta'\mathrm{R}-\gamma'\mathrm{Q} & \frac{d\beta'}{dt}=\gamma'\mathrm{P}-\alpha'\mathrm{R} & \frac{d\gamma'}{dt}=\alpha'\mathrm{Q}-\beta'\mathrm{P} \\ \frac{d\alpha''}{dt}=\beta''\mathrm{R}-\gamma''\mathrm{Q} & \frac{d\beta''}{dt}=\gamma''\mathrm{P}-\alpha''\mathrm{R} & \frac{d\gamma''}{dt}=\alpha''\mathrm{Q}-\beta''\mathrm{P}. \end{array}\right.$$

c'est-à-dire qu'elles ont repris la forme (2).

» Cela posé, au lieu des axes fixes $ox$, $oy$, imaginons deux axes rectangulaires $o\zeta$ et $o\eta$, mobiles dans le plan de l'équateur, avec la vitesse de rotation de la Terre, et dans le sens du mouvement diurne; nous aurons

$$\xi=(a\cos nt-a'\sin nt)\,x_1+(b\cos nt-b'\sin nt)y_1+(c\cos nt-c'\sin nt)z_1,$$
$$\eta=(a\sin nt+a'\cos nt)\,x_1+(b\sin nt+b'\cos nt)y_1+(c\sin nt+c'\cos nt)z_1,$$
$$\zeta=a''\,x_1+b''y_1+c''\,z_1,$$

ou bien

$$\xi=\alpha\,x_1+\beta\,y_1+\gamma\,z_1,$$
$$\eta=\alpha' x_1+\beta' y_1+\gamma' z_1,$$
$$\zeta=\alpha'' x_1+\beta'' y_1+\gamma'' z_1,$$

ce qui montre que $\alpha\beta\gamma$, $\alpha'\beta'\gamma'$ sont les cosinus des angles que font avec les axes principaux d'inertie les deux axes mobiles $o\xi$, $o\eta$. Donc, par rapport aux axes $o\xi$, $o\eta$, $o\zeta$ (ou $oz$), le mouvement du corps est donné par les équations

$$(7)\quad\left\{\begin{array}{l} \mathrm{A}\frac{d\mathrm{P}}{dt}+(\mathrm{C}-\mathrm{B})\mathrm{QR}=n^2(\mathrm{C}-\mathrm{B})\beta''\gamma'', \\ \mathrm{B}\frac{d\mathrm{Q}}{dt}+(\mathrm{A}-\mathrm{C})\mathrm{RP}=n^2(\mathrm{A}-\mathrm{C})\gamma''\alpha'', \\ \mathrm{C}\frac{d\mathrm{R}}{dt}+(\mathrm{B}-\mathrm{A})\mathrm{PQ}=n^2(\mathrm{B}-\mathrm{A})\alpha''\beta'', \end{array}\right.$$

P, Q, R étant des inconnues auxiliaires, liées aux cosinus par les relations (6).

» On peut faire sur les équations précédentes les combinaisons bien connues, et on trouvera

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} & AP^2 + BQ^2 + CR^2 + n^2(A\alpha''^2 + B\beta''^2 + C\gamma''^2) = \text{const.} \\ & \frac{d(AP\alpha + BQ\beta + CR\gamma)}{dt} + n^2(A\alpha'\alpha'' + B\beta'\beta'' + C\gamma'\gamma'') = 0, \\ & \frac{d(AP\alpha' + BQ\beta' + CR\gamma')}{dt} - n^2(A\alpha\alpha'' + B\beta\beta'' + C\gamma\gamma'') = 0, \\ & \frac{d(AP\alpha'' + BQ\beta'' + CR\gamma'')}{dt} = 0, \\ & A^2P^2 + B^2Q^2 + C^2R^2 - n^2(BC\alpha''^2 + CA\beta''^2 + AB\gamma''^2) = \text{const.} \end{aligned}\right.$$

la dernière de ces équations étant une conséquence des trois précédentes.

» Si l'on consent à négliger $n^2$, le carré de la vitesse de rotation de la Terre, les équations (7) seront celles d'un corps libre, dans le cas où la Terre ne tournerait pas.

» On est donc conduit au résultat suivant:

» Par rapport à un système d'axes $o\xi$, $o\eta$, $o\zeta$, tel que les axes $o\xi$ et $o\eta$ situés dans le plan de l'équateur tournent d'un mouvement uniforme avec la vitesse de rotation de la Terre, et dans le sens du mouvement diurne, le mouvement du corps est le même que si la Terre ne tournait pas; et cela a lieu aux quantités près de l'ordre du carré de la vitesse de rotation de la Terre. On pourra donc appliquer dans ces conditions les expressions données par Jacobi des neuf cosinus au moyen des fonctions elliptiques.

» Remarquons en terminant que dans le cas où les trois moments A, B, C sont égaux, le théorème est tout à fait exact; dans ce cas, les équations (7) s'intègrent immédiatement, et donnent

$$P = \text{const.}\quad Q = \text{const.}\quad R = \text{const.} \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des lignes de courbure.* Note de **M. A. Ribaucour**, présentée par M. O. Bonnet.

« Proposons-nous de trouver tous les systèmes (S) relatifs à une surface (A) du second degré (*).

» Soit

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

(*) *Voir* ma dernière Communication, *Comptes rendus*, séance du 10 juin 1872.

l'équation de (A). On exprimera que le pôle du plan

$$Ax + By + Cz = D$$

est situé dans le plan

$$\left(A\lambda + \frac{dA}{dv}\right)x + \left(B\lambda + \frac{dB}{dv}\right)y + \left(C\lambda + \frac{dC}{dv}\right)z = Dd + \frac{dD}{dv},$$

par la condition

$$2\lambda + \frac{d}{dv}l.(A^2a^2 + B^2b^2 + C^2c^2 - D^2) = 0,$$

laquelle, combinée avec l'équation exprimant que les droites sont normales à une surface, devient

$$\frac{d}{dv}l.\frac{A^2a^2 + B^2b^2 + C^2c^2 - D^2}{A^2 + B^2 + C^2} = 0,$$

qui donne, en intégrant,

(5) $$A^2(a^2 - u^2) + B^2(b^2 - u^2) + C^2(c^2 - u^2) = D^2;$$

et cette équation exprime le théorème remarquable que voici : *Si un système de droites est* (S), *par rapport à une famille de surfaces homofocales du second degré, chacune des développables qui le composent est circonscrite à l'une de ces surfaces du second degré.*

» Si l'on veut déterminer complétement les systèmes tels que (S), par rapport à une surface du second degré (A), on est conduit, en éliminant $\lambda x$ et $\Theta$ entre les équations du problème, à résoudre les équations simultanées

$$A^2 + B^2 + C^2 = 1,$$
$$A^2(a^2 - u^2) + B^2(b^2 - u^2) + C^2(c^2 - u^2) = D^2,$$
$$\frac{dA}{du}\frac{dA}{dv}(a^2 - u^2) + \frac{dB}{du}\frac{dB}{dv}(b^2 - u^2) + \frac{dC}{du}\frac{dC}{dv}(c^2 - u^2) = \frac{dD}{du}\frac{dD}{dv},$$
$$\left(\frac{dA}{dv}\right)^2(a^2 - v^2) + \left(\frac{dB}{dv}\right)^2(b^2 - v^2) + \left(\frac{dC}{dv}\right)^2(c^2 - v^2) = \left(\frac{dD}{dv}\right)^2.$$

» La seconde équation et la quatrième expriment que ces deux systèmes de développables sont circonscrits à des surfaces du second degré ; la troisième exprime une propriété distincte :

» *Le pôle du plan normal à l'une des développables le long d'une de ses génératrices, par rapport à la surface du second degré qui lui est inscrite, est situé sur la tangente à la ligne de contact de cette développable avec la développable du système* (S).

» De ceci résulte que, si l'on connaît un système (S), on peut immédia-

tement déterminer les lignes de courbure des surfaces auxquelles il est normal; ces lignes de courbure correspondent à celles des surfaces normales aux faisceaux provenant de la réflexion du faisceau (S) sur l'une quelconque des surfaces du second degré homofocales à (A).

» Il est d'ailleurs important de remarquer que deux développables correspondantes [la seconde provenant de la réflexion sur (A) des génératrices de la première] sont toujours circonscrites à une même surface du second ordre.

» Citons maintenant quelques exemples de systèmes tels que (S).

» Les normales d'une surface du second ordre, dont les développables découpent sur cette surface le réseau des lignes de courbure, forment un système (S).

» Il en est de même du système de droites tangentes à deux surfaces du second degré homofocales.

» Les tangentes aux géodésiques d'une famille quelconque, tracées sur une surface du second ordre, forment aussi un système (S).

» Le plus intéressant est, sans contredit, celui formé par les normales à une surface anallagmatique du quatrième ordre; on sait, en effet, que les lignes de courbure des deux nappes d'une de ces surfaces se correspondent, puisqu'elles se transforment l'une dans l'autre par rayons vecteurs réciproques; dès lors, en désignant par (A) la surface du second degré, lieu des centres des sphères enveloppées, on voit que les normales aux deux nappes de la surface le long de deux lignes de courbure correspondantes, forment deux développables circonscrites à une même surface du second ordre homofocale à (A); si l'on admet qu'il existe plusieurs surfaces telles que (A) pouvant donner naissance à la même surface anallagmatique, ces diverses surfaces du second degré doivent être homofocales.

» Partant de la connaissance du système d'anallagmatiques triple orthogonal, on peut tirer des résultats énoncés plus haut cette conséquence que la développable circonscrite à une anallagmatique le long d'une ligne de courbure est aussi circonscrite à une surface du second degré. Une anallagmatique contenant comme ligne double l'*ombilicale* qui peut être considérée comme ligne de courbure, on voit que les focales singulières d'une anallagmatique sont les focales simples d'une surface du second ordre.

» Nous retrouvons ainsi quelques résultats de la théorie établie par MM. Moutard et Laguerre sur ces surfaces intéressantes. »

OPTIQUE. — *Sur le calcul de la vitesse de la lumière dans les corps en mouvement;* *par* **M. J. Boussinesq**. Note présentée par M. de Saint-Venant.

« Le résultat principal d'une analyse développée au § III d'une *Addition* à ma *Théorie nouvelle des ondes lumineuses* (*Journal de M. Liouville*, t. XIII, 1868), consiste en ce que les équations qui régissent un système d'ondes lumineuses propagées à travers un corps en mouvement peuvent se déduire de celles qui représentent un système d'ondes de même direction et de même période vibratoire dans ce corps supposé immobile, en substituant simplement à la vitesse de propagation $\omega$ relative au cas du repos, celle $\omega'$ qui convient au cas du mouvement, et à la densité $\rho_1$ de la matière pondérable, le produit $\rho_1\left(1-\frac{V'}{\omega'}\right)^2$, où V' désigne la vitesse translatoire du corps, estimée dans le sens suivant lequel progressent les ondes.

» J'ai montré que ce principe conduit, pour le cas où le rapport de V' à $\omega'$ est une petite quantité, et où l'on peut négliger, vis-à-vis de l'unité, le produit de ce rapport par chacun des trois pouvoirs dispersif, biréfringent, rotatoire, à la formule de Fresnel

$$\omega' = \omega + \left(1 - \frac{1}{N^2}\right) V', \tag{1}$$

ordinairement suffisante, et dans laquelle N représente l'indice de réfraction du corps. Mais certaines observations de M. Mascart ont atteint un tel degré de précision qu'il devient nécessaire de reprendre les calculs en comptant les plus influents des termes ainsi négligés, c'est-à-dire (si l'on se borne au cas d'un milieu isotrope symétrique comme le verre) ceux qui sont comparables au produit de V' par le pouvoir dispersif.

D'après une expression de $\omega^2$ donnée après les relations (6) du Mémoire intitulé : *Théorie nouvelle des ondes lumineuses* (*Journal de M. Liouville*, même t. XIII), on a :

$$\omega^2 = \frac{\mu}{\rho + \rho_1 A}\left(1 + \frac{4 D \pi^2 \rho_1}{\mu}\frac{1}{\tau^2}\right), \tag{2}$$

$\mu$ et $\rho$ désignant le coefficient d'élasticité et la densité de l'éther, A un coefficient positif et constant dépendant de la nature du corps transparent considéré, $\tau$ la durée de la vibration, enfin D une petite quantité, caractéristique du pouvoir dispersif, dont la partie principale est constante, mais qui égale plus exactement (*voir* § IV du même Mémoire) une série très-rapidement

convergente ordonnée suivant les puissances négatives $\tau^2\omega^2$. Cette série, par la substitution de valeurs de plus en plus approchées de $\omega^2$, tirées successivement de (2), prend la forme

$$\text{(3)} \qquad D = D_0 + \frac{D_1}{\tau^2} + \frac{D_2}{\tau^4} + \frac{D_3}{\tau^6} + \ldots.$$

» Lorsque le corps est en mouvement, l'application du principe énoncé ci-dessus conduit à changer la formule (2) en celle-ci :

$$\text{(4)} \qquad \omega'^2 = \frac{\mu}{\rho + \rho_1 \left(1 - \frac{V'}{\omega'}\right)^2 A} \left[1 + \frac{4D\pi^2}{\mu} \rho_1 \left(1 - \frac{V'}{\omega'}\right)^2 \frac{1}{\tau^2}\right];$$

quant à la série D, ordonnée suivant les puissances négatives de $\tau^2\omega^2$, la substitution de $\omega'$ à $\omega$ n'y introduit que des variations négligeables, c'est-à-dire beaucoup plus petites que le produit de son terme principal et constant $D_0$ par le rapport de $V'$ à $\omega'$. On peut lui conserver la valeur (3) et y substituer même, à l'inverse de $\tau$, l'expression très-peu différente

$$\text{(5)} \qquad \frac{1}{T} = \left(1 - \frac{V'}{\omega'}\right) \frac{1}{\tau} = \frac{\omega' - V'}{\tau\omega'}.$$

Les formules (3) et (4) deviennent ainsi

$$\text{(6)} \qquad \begin{cases} D = D_0 + \dfrac{D_1}{T^2} + \dfrac{D_2}{T^4} + \ldots, \\ \omega'^2 = \dfrac{\mu}{\rho + \rho_1 A} \left(1 + \dfrac{4D\pi^2\rho_1}{\mu} \dfrac{1}{T^2}\right) \left[1 - \dfrac{\rho_1 A}{\rho + \rho_1 A} \left(2\dfrac{V'}{\omega'} - \dfrac{V'^2}{\omega'^2}\right)\right]^{-}. \end{cases}$$

» La seconde (6) donne lieu à une deuxième approximation, c'est-à-dire en y négligeant des termes de l'ordre de $V^2$,

$$\text{(7)} \qquad \omega' = \sqrt{\frac{\mu}{\rho + \rho_1 A}\left(1 + \frac{4D\pi^2\rho_1}{\mu} \frac{1}{T^2}\right)} + \frac{\rho_1 A}{\rho + \rho_1 A} V'.$$

» Le premier terme du second membre de (7) est la valeur de la vitesse avec laquelle se propageraient, à travers le corps supposé immobile, des ondes pour lesquelles la période de vibration, au lieu d'être $\tau$, serait T : je le représenterai par $F\left(\frac{1}{T^2}\right)$. Cette valeur, en négligeant la dispersion, ou, ce qui revient au même, en y faisant T un peu grand, se réduit à $\sqrt{\frac{\mu}{\rho + \rho_1 A}}$, et son rapport à la vitesse $\sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ de la lumière dans l'éther libre, rapport égal

à $\sqrt{\frac{\rho}{\rho+\rho_1 A}}$, est l'inverse de l'indice N de réfraction du corps, abstraction faite de la dispersion. Il en résulte que la relation (7) peut s'écrire

$$(8) \qquad \omega' = F\left(\frac{1}{T^2}\right) + \left(1 - \frac{1}{N^2}\right) V'.$$

Il ne reste plus, pour la traduire en langage ordinaire, qu'à chercher ce que représente la quantité T définie par la formule (5). Concevons, pour cela, un observateur qui participerait au mouvement du corps transparent, et par rapport auquel les ondes seraient par suite animées d'une vitesse de propagation égale à $\omega' - V'$. Cet observateur verrait passer à côté de lui, dans l'unité de temps, un nombre d'ondes égal au quotient de $\omega' - V'$ par la longueur d'onde $\tau\omega'$, c'est-à-dire justement à l'inverse de T, et T représenterait pour lui la durée de la vibration.

La formule (8) équivaut donc à la loi suivante : *Lorsqu'un corps transparent, isotrope-symétrique, se transporte dans l'espace avec une vitesse dont le rapport à celle de la lumière est très-petit et a son carré négligeable, la vitesse de propagation des ondes lumineuses qui le traversent est sensiblement la somme : 1° de la vitesse avec laquelle se propageraient, à travers le même corps supposé en repos, des ondes lumineuses ayant, pour un observateur placé sur le corps, la même période apparente de vibration que celles qu'on étudie; et 2° du produit de la vitesse translatoire du corps, estimée dans la direction suivant laquelle progressent les ondes, par l'excès, sur l'unité, du carré de l'inverse de son indice de réfraction relatif à des radiations d'une longueur d'onde assez grande pour que l'influence de la dispersion y soit insensible.*

» Cette loi diffère de celle de Fresnel, exprimée par la formule (1), en ce que, dans la partie principale $\omega$ du second membre de celle-ci, la durée de la vibration est remplacée par sa valeur apparente T, ce qui augmente à fort peu près cette partie de $-\frac{4D\pi^2\rho_1}{\mu\tau^2}V'$. D'autre part, M. Mascart a été conduit par ses observations à une formule pareille à (8), mais dans laquelle il désigne par N l'indice de réfraction relatif à des ondes de période $\tau$ ou T; ce qui revient à ajouter encore à l'expression de $\omega'$ la quantité $-\frac{4D\pi^2\rho_1}{\mu\tau^2 N^2}V'$, plus petite que le terme correctif précédent dans le rapport de $N^2$ à 1 (soit de 4 à 1 pour $N = 2$). Je ne sais si ces observations prouvent l'existence du second terme correctif, que ma théorie n'indique pas, aussi bien que celle du premier. Si elles avaient atteint une précision suffisante pour cela, il faudrait en conclure, ce me semble, que les vitesses translatoires de l'éther traversé

par un corps en mouvement ne sont pas entièrement négligeables, en comparaison de la vitesse de la lumière, ou encore que l'élasticité et la densité de cet éther diffèrent un peu de celles de l'éther libre; ce qui rendrait seulement très-approchées et non exactes jusqu'au delà de toute limite accessible à l'expérience les hypothèses admises dans mon Mémoire de 1868, cité au commencement de cet article (*).

CHIMIE ORGANIQUE. — *De quelques composés de la paraffine.* Note de **M. P. Champion** (**).

« En présence de l'acide nitrosulfurique, maintenu à la température de 90 degrés environ, la paraffine se transforme en un liquide huileux, légèrement coloré, qui renferme de l'azote et de l'oxygène (***).

» Pour que la transformation soit complète, l'action doit durer soixante heures, avec addition, chaque jour, de nouvelles quantités d'acide azotique fumant. Pendant la plus grande partie de l'opération, il se dégage d'abondantes vapeurs d'acide hypoazotique. Le composé ainsi obtenu, débarrassé, par des lavages répétés, des acides qu'il renferme, et desséché au moyen du chlorure de calcium cristallisé, présente les caractères suivants :

» Il est liquide à la température ordinaire, s'épaissit à —10 degrés sans perdre sa transparence. Sa densité à 15 degrés est de 1,14.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, l'alcool, l'alcool amylique et méthylique. Sa réaction est franchement acide. Il brûle avec une

---

(*) Au § II du même Mémoire, j'ai donné, pour expliquer la rotation du plan de polarisation par le magnétisme, une théorie simple que je croyais être la première, et qui rend compte de toutes les lois expérimentales du phénomène. J'ai appris depuis peu que M. Charles Neumann, de Halle, s'était déjà occupé du même sujet dans sa thèse de doctorat soutenue le 29 mai 1858 : il y déduit, de plusieurs hypothèses et de calculs assez compliqués dont il ne donne pas le détail, des équations différentielles des mouvements de l'éther dans lesquelles les termes provenant de l'action magnétique reviendraient précisément à ceux que ma théorie introduit, s'ils s'y trouvaient différentiés deux fois de plus par rapport au temps. Cette différence est cause que le savant géomètre-physicien obtient un pouvoir rotatoire indépendant de la longueur d'onde, abstraction faite du petit pouvoir dispersif ordinaire du corps, et non un pouvoir rotatoire qui soit sensiblement en raison inverse du carré de cette longueur d'onde, conformément à l'expérience. Les autres lois du phénomène s'expliqueraient d'ailleurs par sa théorie, antérieure à la mienne de dix ans.

(**) Avec le concours de M. H. Pellet.

(***) La paraffine que nous avons employée provenait du *boghead* d'Écosse; son point de fusion était de 53 degrés.

flamme éclairante, et il se dissout dans l'ammoniaque la soude et la potasse, avec lesquelles il forme des combinaisons. Cet acide, auquel nous avons donné le nom d'*acide paraffinique*, présente à l'analyse la composition suivante :

| | Calcul. | Expérience. |
|---|---|---|
| Carbone | 56,53 | 56,6 |
| Hydrogène | 9,42 | 9,5 |
| Azote | 5,07 | 4,8 |
| Oxygène | 28,98 | 29,1 |

correspondant à la formule $C^{26}H^{26}AzO^{10}$.

» *Sel de soude.* — On l'obtient en traitant l'acide par le carbonate de soude en solution. On évapore à sec au bain-marie et l'on reprend par l'alcool anhydre, qui, par l'évaporation, abandonne le sel sous forme d'une masse amorphe, légèrement colorée en jaune. Ce composé est soluble dans l'eau. Il est précipité par les sels de baryte, d'argent, etc.

» *Sel d'éthyle.* — On dissout 1 partie d'acide paraffinique dans 10 parties d'alcool à 40 degrés C, et l'on sature la liqueur par de l'acide chlorhydrique gazeux. L'éther formé se précipite au bout de quelques instants.

» Il est soluble dans l'alcool, l'éther, et cristallise à la longue comme la paraffine.

» Composition :

| | Calcul. | Expérience. |
|---|---|---|
| Carbone | 59,21 | 59,3 |
| Hydrogène | 9,87 | 9,8 |
| Azote | 4,61 | 4,5 |
| Oxygène | 26,31 | 26,4 |
| | 100,00 | 100,0 |

correspondant à la formule $C^{26}H^{25}(C^{4}H^{5})AzO^{10}$.

» Le *sel de méthyle* se prépare de même, en remplaçant l'alcool ordinaire par l'alcool méthylique. Il présente les mêmes propriétés que le sel d'éthyle.

» Composition :

| | |
|---|---|
| Carbone | 57,93 |
| Hydrogène | 9,65 |
| Azote | 4,83 |
| Oxygène | 27,59 |
| | 100,00 |

correspondant à la formule $C^{26}H^{25}(C^{2}H^{3})AzO^{10}$.

» *Sel d'amyle.* — L'éther ne se sépare que par l'addition d'un excès d'acide chlorhydrique concentré. Il vient surnager le liquide, sous forme d'un liquide légèrement verdâtre. Purifié, il est presque incolore, et cristallise à la longue comme les précédents.

» Il correspond à la formule $C^{26}H^{25}(C^{10}H^{14})AzO^{10}$.

» Dans la préparation de l'acide paraffinique, lorsqu'on enlève les dernières quantités d'acide sulfurique et azotique, l'eau dissout encore une combinaison azotée, qui fournit par l'évaporation un corps solide blanc qui a donné à l'analyse :

| | Calcul. | Expérience. |
|---|---|---|
| Carbone | 50,48 | 50,6 |
| Hydrogène | 8,41 | 8,5 |
| Azote | 2,25 | 2,1 |
| Oxygène | 38,86 | 38,8 |

correspondant à la formule $C^{52}H^{52}AzO^{30}$.

» En prolongeant pendant dix jours l'action du mélange acide sur la paraffine, nous avons obtenu un composé plus oxygéné, correspondant à la formule $C^{22}H^{22}AzO^{12}$, qui présente des propriétés analogues à celui que nous avons étudié.

» L'acide azotique fumant, sous pression, à la température de 110 degrés, attaque rapidement la paraffine. La combinaison azotée obtenue dans ces conditions nous a paru différer de celles qui précèdent.

» *Action du chlore sur la paraffine.* — La paraffine, étendue en couche mince sur des parois d'un flacon rempli de chlore, absorbe rapidement le gaz sous l'influence des rayons solaires, en même temps qu'il se forme de l'acide chlorhydrique. La réaction a lieu avec dégagement de chaleur. En calculant la quantité de chlore d'après la formule $C^{60}H^{60}$ fréquemment admise pour la paraffine, on obtient un corps blanc, d'un aspect analogue à celui de la paraffine, renfermant de 7 à 8 pour 100 de chlore, et correspondant à la paraffine monochlorée. En continuant l'action du chlore, on obtient une série de produits liquides, incolores; à partir d'un certain moment, la viscosité augmente.

» L'un de ces composés renfermait 58 pour 100 de chlore.

» Passé ce point, la paraffine ne paraît plus absorber le chlore sous l'influence des rayons solaires, mais l'action se continue en chauffant la paraffine, comme l'ont démontré MM. Saint-Evre, Gerhardt, etc.

» Il paraît évident, d'après ce qui précède, que la paraffine doit passer par une série de degrés de chloruration. Mais la formule de la paraffine

n'ayant pas été établie d'une manière certaine jusqu'à présent, il paraît difficile d'assigner des équivalents aux combinaisons chlorées.

» *Action du brome.* — La paraffine à la température de 105 à 110 degrés est attaquée sous pression par le brome. On obtient ainsi des composés blancs analogues à ceux que forme le chlore. En continuant l'action du brome, la matière noircit et se charbonne. On peut produire les mêmes combinaisons en introduisant des vapeurs de brome dans de la paraffine maintenue à 175 degrés (1).

» L'iode, même à la température de 200 degrés, paraît attaquer difficilement la paraffine. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de M. O. Liebreich tendant à démontrer que la strychnine est l'antidote du chloral.* Note de **M. Oré**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Je crois avoir démontré, dans la Note que j'ai adressée récemment à l'Académie, que les expériences de M. O. Liebreich, tendant à prouver que *la strychnine est l'antidote du chloral*, reposent sur une donnée expérimentale défectueuse; que ni 2 grammes de chloral ni 1 ½ milligramme de strychnine ne constituent, pour les lapins, des doses *absolument mortelles*. Les faits nouveaux que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui achèveront de lever tous les doutes à cet égard.

» *Première expérience.* — A $5^h 50^m$, j'ai injecté 3 grammes de chloral dans le tissu cellulaire de la région dorso-lombaire à un lapin du poids de $2^k,200$.

» $6^h 5^m$. Apparition des premiers troubles, caractérisés par l'affaiblissement du train postérieur.

» $6^h 30^m$. Sommeil, paralysie complète des mouvements volontaires et réflexes, diminution notable de la sensibilité.

» 8 heures. Tous les phénomènes caractéristiques du chloral sont des mieux accentués; ralentissement notable de la respiration (15 inspirations à la minute). Abaissement de la température, 36 degrés.

» 10 heures du soir. Le même état persiste.

» Le lendemain, je trouve le lapin courant dans mon laboratoire.

» *Deuxième expérience.* — A un lapin pesant 2 kilogrammes, j'ai injecté 3 grammes de chloral. Les phénomènes physiologiques du chloral commencent à se manifester douze minutes après l'injection.

---

(1) *Préparation de l'acide bromhydrique au moyen de la paraffine.* Champion et Pellet (*Comptes rendus* 1870, p. 620).

» Après deux heures, sommeil profond, abolition de tous les mouvements. Le lapin, étendu sur le côté droit, paraît mort. Saisi par la peau du dos, il présente, *exceptionnellement*, une certaine rigidité qui semble cadavérique. La température a notablement diminué, 31 degrés. Malgré cet état de mort apparente, le pincement des oreilles fait éprouver de douleur à l'animal, qui pousse des cris. La respiration est très-ralentie (14).

» 10 heures du soir. Même état.

» Le lendemain matin, je constatais que tous les phénomènes précédents s'étaient dissipés et que le lapin était revenu à son état normal.

» *Troisième expérience.* — Lapin pesant $2^k,50$. Injection sous-cutanée de $3^{gr},50$ de chloral; heure de l'injection, $2^h\,30^m$. Apparition des premiers symptômes, $2^h\,45^m$. Phénomènes franchement caractéristiques, $3^h\,15^m$.

» 10 heures du soir. Sommeil, paralysie des mouvements volontaires et réflexes, abolition presque générale de la sensibilité, qui persiste à l'extrémité des oreilles (c'est un caractère qui est presque constant). Température, 34°,5'.

» L'animal a survécu.

» *Quatrième expérience.* — Lapin du poids de $1^k,950$. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral; heure de l'injection, $2^h\,22^m$.

» $2^h\,30^m$. Paralysie commençant dans le train postérieur.

» $2^h\,37^m$. Relâchement musculaire complet, sommeil. La sensibilité persiste, quoique amoindrie. 26 inspirations. Température, 37 degrés.

» $3^h\,13^m$. Insensibilité, excepté à l'extrémité des oreilles. Température, 36 degrés. 16 inspirations.

» $4^h\,22^m$. Mêmes phénomènes généraux. Température, 35 degrés. 12 inspirations.

» $5^h\,10^m$. Température, 34 degrés. 12 inspirations.

» $5^h\,42^m$. Mêmes phénomènes généraux. Température, 33 degrés. 11 inspirations par minute.

» L'animal meurt à 8 heures du soir.

» J'ai répété plusieurs fois cette dernière expérience, en ayant le soin de me placer dans les mêmes conditions; j'ai toujours observé le même résultat, c'est-à-dire la mort des animaux.

» Si l'on analyse les expériences précédentes, il est facile de reconnaître que j'ai choisi des lapins ayant tous à peu près le même poids. Le premier pesait $2^k,200$; le deuxième, 2 kilogrammes; le troisième, $2^k,50$; le quatrième, $1^k,950$.

» Mon but, en agissant ainsi, était de rechercher quelle était la dose de chloral véritablement mortelle pour des lapins d'un poids déterminé. Je voulais éviter, par là, de tomber dans l'erreur commise par M. O. Liebreich, faute d'avoir observé cette donnée expérimentale. Or ces quatre expériences prouvent :

» 1° Que les lapins pesant 2 kilogrammes environ, loin de succomber à une injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral, ainsi que M. O.

Liebreich l'avait affirmé, peuvent recevoir impunément 3 grammes ou $3^{gr},50$ de cette substance;

» 2° Que vouloir empêcher la mort avec des injections sous-cutanées de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine, chez des lapins du poids de 2 kilogrammes, qui ont reçu une dose de chloral supérieure à 2 grammes et inférieure à $3^{gr},50$, c'est combattre une terminaison que la strychnine ne pouvait pas empêcher, puisque cette terminaison ne serait pas arrivée sans elle;

» 3° Que les lapins du poids de 2 kilogrammes succombent constamment à la suite d'une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral.

» Ce dernier fait une fois bien établi, je me suis posé cette question : *Est-il vrai que la strychnine soit l'antidote du chloral?* L'expérimentation seule pouvait la résoudre. Aussi ai-je entrepris une nouvelle série d'expériences, dans lesquelles j'ai opposé à 4 grammes de chloral (dose mortelle pour les lapins du poids de 2 kilogrammes) une injection sous-cutanée de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine.

» Je me hâte de faire remarquer que, dans le choix de cette dose de strychnine ($1\frac{1}{2}$ milligramme), administrée comme antidote, je n'ai cédé ni à l'influence du hasard ni à l'exemple de M. O. Liebreich. J'ai démontré, dans ma première Note, que $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine ne tue pas un lapin de 2 kilogrammes; or il m'a paru physiologique de combattre l'intoxication certaine, occasionnée par 4 grammes de chloral à l'aide d'une quantité de strychnine qui ne fût pas toxique : j'évitais par là de soumettre l'animal à une double cause d'empoisonnement.

» *Cinquième expérience.* — Lapin pesant $2^{kg},200$. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, combattue par $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. Mort.

» A $5^h5^m$, je fais à un lapin du poids indiqué une injection de 4 grammes de chloral; en moins de huit minutes, apparaissent les phénomènes caractéristiques : affaiblissement du train postérieur, troubles de la sensibilité, tendance au sommeil.

» $5^h23^m$. Ces phénomènes étant beaucoup plus accentués, j'injecte dans le tissu cellulaire $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. A ce moment, la température est de 38°5.

» Jusqu'à 8 heures du soir, la présence de la strychnine ne se manifeste par aucun phénomène apparent.

» 8 heures du soir. L'animal vit encore. L'insensibilité est complète. La respiration est devenue très-lente. L'animal n'a pas présenté le moindre phénomène convulsif. Température, 35 degrés. Les inspirations ont si peu d'amplitude qu'il faut une certaine attention pour les remarquer. Elles diminuent même avec une telle rapidité, que l'animal meurt à $8^h15^m$. Au moment de la mort, il a régurgité une certaine quantité de liquide incolore et gluant.

» Le lendemain, le lapin présentait la rigidité cadavérique caractéristique de la strychnine.

» *Autopsie cadavérique.* — J'ai recueilli les urines, que j'ai traitées :

» 1° Avec le bi-iodure de potassium,

» 2° Avec la décoction de noix de galle.

» Avec le bi-iodure de potassium, elles ont donné un précipité granuleux, indiquant la présence d'un alcaloïde; avec la noix de galle, précipité blanc.

» La décoction du foie et de la rate, traités de la même façon, ont donné les mêmes résultats.

» La strychnine à dose non toxique n'ayant pas suffi à neutraliser l'action du chloral, je l'ai administrée à la dose de 2 milligrammes (dose toxique).

» *Sixième expérience.* — A 2 heures, je fis à un lapin du poids de $1^{kg}950$ une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral.

» Vingt-six minutes après, tous les phénomènes caractéristiques du chloral étant très-prononcés, injection sous-cutanée de 2 milligrammes de strychnine (dose mortelle pour un lapin de 2 kilogrammes, lorsque la strychnine est injectée seule).

» La présence de la strychnine ne s'est manifestée par aucun signe appréciable, et l'animal a succombé le soir, après avoir offert un tableau semblable en tous points à celui de l'expérience précédente.

» Les urines, la décoction de foie et de rate, traitées comme il a été dit plus haut, ont donné lieu aux mêmes précipités. Roideur cadavérique strychnique.

» *Septième expérience.* — Lapin pesant 750 grammes. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral (dose mortelle pour un lapin pesant moins de 1 kilogramme). En dix minutes, apparition des phénomènes produits par cette substance; dix-neuf minutes après, injection sous-cutanée de $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. L'animal a succombé sans avoir présenté le moindre symptôme que l'on pût attribuer à la strychnine. Mêmes particularités, relativement à l'examen des urines, de la décoction de foie et de rate. Roideur cadavérique strychnique.

» *Conclusions.* — 1° La dose de 4 grammes de chloral, injectée dans le tissu cellulaire, est *fatalement mortelle* pour des lapins du poids de 2 kilogrammes. Il en est de même de la dose de 2 grammes, pour des lapins pesant moins de 1 kilogramme.

» 2° Si, lorsque les effets produits par cette injection de chloral se sont franchement manifestés, on essaye de les combattre et de les arrêter en injectant $1\frac{1}{2}$ milligramme ou 2 milligrammes de strychnine (la première de ces deux doses n'étant pas mortelle, la seconde l'étant au contraire pour un lapin de 2 kilogrammes), les animaux succombent dans l'un et l'autre cas.

» 3° Pendant toute la durée de l'expérience, depuis le moment où la strychnine est introduite dans l'organisme jusqu'à la mort, *aucun phénomène ne révèle sa présence*. La rigidité cadavérique, ainsi que les précipités fournis par les urines, la décoction de foie et de rate traitées par le bi-iodure de

potassium et la décoction de noix de galle, sont les seules particularités qui ne permettent de conserver aucun doute sur l'absorption de l'alcaloïde.

» 4° Quoique les expériences précédentes semblent renverser l'opinion de M. O. Liebreich, que la strychnine est l'antidote du chloral, je ne veux pas me hâter de tirer cette conclusion, de nouvelles expériences me paraissant encore nécessaires pour fixer définitivement les idées sur ce point; elles feront l'objet d'une prochaine Note. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences physiologiques sur l'absorption cutanée.* Note de **M. Brémond**, présentée par M. Claude Bernard.

« Je viens soumettre à l'Académie des expériences physiologiques, faites à l'Asile de Vincennes, sur l'absorption cutanée à l'aide des bains de vapeurs médicamenteuses. Placé à la tête d'un service où sont réunis des individus atteints d'affections chroniques, je me suis trouvé dans d'excellentes conditions pour expérimenter sur une grande échelle.

» Les conclusions du Mémoire de Réveil sur cette question résument les faits connus jusqu'à ce jour : « L'absorption par le bain, dit-il, ne s'effectue que dans des circonstances exceptionnelles et très-rares; elle n'a point lieu dans les cas habituels. Le savonnage de la peau, les frictions prolongées, les corps irritants et certains dissolvants la facilitent. »

» L'appareil balnéaire se compose d'un fourneau, d'une chaudière, d'un récipient où la vapeur d'eau, sortant de la chaudière, se charge du médicament, et d'une cage en bois où est assis le malade enveloppé de vapeurs médicamenteuses.

» Comme médicament d'essai, je préfère l'iodure de potassium, 1° parce que c'est un corps non volatil; 2° qu'il est facile à constater dans les urines par l'acide nitrique et le chloroforme; 3° qu'en s'emparant de l'iode mis en liberté par l'acide nitrique, le chloroforme prend des couleurs qui varient du rose le plus tendre au rose le plus éclatant, ce qui permet au médecin d'établir avec quelque certitude une échelle graduée pour apprécier, sans faire d'analyse quantitative, si l'iodure de potassium est plus ou moins abondant dans les urines, où il a été recherché pendant toute la série des expériences.

» La peau des sujets soumis à l'expérience doit être intacte, sans plaie, sans écorchure. Les urines sont essayées avant le bain pour établir l'absence de l'iode. Le tube à respiration de M. Mathieu permet de faire respirer au malade l'air extérieur et de pincer les narines. Une feuille épaisse

de caoutchouc, maintenue par un bandage en T, obture l'anus; un manchon du même tissu entoure la verge; les mains et les pieds sont entourés de coton et recouverts de taffetas gommé qui est fixé par une bande roulée.

» L'expérience ainsi disposée, le sujet est placé dans la cage en bois; un jet de vapeur s'échappant du récipient, dans lequel on met 20 grammes d'iodure de potassium, vient envelopper le corps du malade pendant 30 minutes; on élève graduellement à 45 degrés la température de l'air de la cage mêlé de vapeurs iodurées; la peau du sujet est bientôt mouillée. On ne le débarrasse de ces divers objets que lorsque, enveloppé d'une couverture de laine, il est couché dans un lit, où se produit une sudation abondante. Les urines, analysées deux heures après le bain, donnent une coloration rose; celles de trois heures après une coloration plus vive, preuve évidente de l'absorption de l'iodure de potassium à travers la peau, seule voie par laquelle il ait pu pénétrer dans l'organisme; d'ailleurs, si l'absorption avait eu lieu par les voies pulmonaires, l'élimination, au lieu de se produire deux heures après, se ferait presque immédiatement après le bain. Il est donc démontré par cette première série d'expériences que l'absorption d'une substance non volatile a lieu par la peau; qu'il y a, en un mot, *absorption cutanée*.

» Dans une seconde série d'expériences, je cherche à déterminer quel est le degré de température que doit atteindre l'air mêlé de vapeurs médicamenteuses qui entourent le sujet, pour que l'absorption ait lieu.

» Un thermomètre très-sensible est appliqué contre la poitrine du sujet; variant la température du bain de 30 à 38 degrés pendant trente minutes, je ne puis constater dans les urines l'absorption cutanée qu'à 1 degré au-dessus de celle du corps (37 degrés), c'est-à-dire à 38 degrés. En effet, la matière sébacée qui tapisse les cellules desséchées et cornées de l'épiderme ne commence à se dissoudre qu'à une certaine température (38 degrés), au moment où la peau est réellement mouillée; c'est alors que l'imbibition se produit, et que l'absorption en est la conséquence. La vapeur d'eau entraîne mécaniquement l'iodure de potassium et pénètre à travers l'épiderme, d'où elle est ensuite portée dans le système capillaire sanguin, et de là dans tous nos organes.

» Il est maintenant facile d'expliquer pourquoi l'absorption n'a pas lieu ordinairement dans un bain d'eau. A cause de la densité de l'eau et de sa grande chaleur spécifique, la température de ces bains ne varie que de 30 à 33 degrés. M. le Dr Homolle a séjourné dans un bain de 34 à 35 degrés; serait-il resté dans un bain de 38 à 39 degrés? D'autre part, la couche

liquide qui touche la peau peut seule fournir le sel potassique à l'absorption; si le malade n'agite pas l'eau, cette couche ne se renouvelle pas sans cesse comme dans les bains à l'hydrofère et dans les bains de vapeurs. En sortant d'un bain liquide, la peau n'est pas mouillée, ce qui fait que l'absorption n'a pas lieu.

» Toutefois je suis parvenu à constater un commencement d'absorption cutanée à une température inférieure à celle du corps en me conformant aux conseils de Réveil, déjà cité. Je fais prendre un bain de vapeur simple au sujet pour détruire la matière sébacée; la peau est savonnée et essuyée avec soin. Le sujet est replacé immédiatement dans la cage (après avoir constaté l'absence de l'iodure dans ses urines) et reçoit pendant trente minutes un jet de vapeurs d'iodure de potassium, variant la température du bain de 34 à 36 degrés. Deux heures après le bain pris à 34 degrés, la coloration des urines est légèrement rose, tandis qu'après le bain de 36 degrés elle est plus rose à l'analyse. Ce doit être dans des cas analogues qu'il y a absorption dans les bains d'eau.

» Dans l'expérience de M. le professeur Colin, l'eau chargée de cyanure de potassium, tombant pendant cinq heures sur le dos d'un cheval, a déterminé sa mort, parce que la matière sébacée a été détruite par la percussion de l'eau et que l'absorption cutanée en a été le résultat.

» Dans les bains de sable, à Cette et à Arcachon, qui ont une efficacité si grande contre les affections scrofuleuses, adénites, tumeurs blanches, etc., que se passe-t-il? Dans ces bains, on ne peut admettre l'absorption par les voies pulmonaires; sous l'influence d'une température plus élevée que celle du corps (plus de 40 degrés), la peau se mouille, la matière sébacée se fond dans la sueur, et l'absorption des sels contenus dans le sable se produit à travers la peau comme dans les bains de vapeurs médicamenteuses.

» Il m'a semblé impossible de constater l'iode libre dans les urines; l'acide nitrique a toujours été indispensable pour que le chloroforme donnât des signes positifs de l'absorption. D'ailleurs l'iode, une fois introduit dans l'économie, ne tarderait pas à former divers composés.

» Les effets remarquables obtenus par les bains de vapeurs iodurées dans de graves maladies sont une preuve évidente de l'absorption de ce médicament sous forme d'iodure de potassium; l'iode seul n'eût point produit les mêmes résultats.

» De la série d'expériences auxquelles je me suis livré pendant huit mois, je peux tirer les conclusions suivantes :

» 1° L'absorption cutanée d'une substance médicinale non volatile ne peut être niée, et est établie d'une manière irréfutable par l'expérimentation, à la suite de bains de vapeurs d'eau médicamenteuse.

» 2° Dans les cas ordinaires, elle n'est possible qu'à la température de 38 degrés, c'est-à-dire à un degré au moins au-dessus de celle du corps.

» 3° Par l'emploi antérieur d'un bain de vapeur suivi d'un savonnage et de frictions énergiques, on peut faire absorber par la peau de l'iodure de potassium à des températures inférieures à celle du corps, à 34 et 36 degrés.

» 4° Avec l'appareil dont je me suis servi, l'absorption cutanée augmente en raison directe de l'élévation de la température du bain de vapeur, de sa durée et de la quantité d'iodure de potassium.

» 5° Cet appareil permet de laisser la tête du malade hors de la cage, d'entourer son cou d'un drap pour empêcher la vapeur d'en sortir, ce qui rend l'absorption par les voies pulmonaires très-difficile. La disposition anatomique de ces régions et la présence du mucus sur les muqueuses ne laissent pas les molécules métalliques charriées par la vapeur d'eau ou par l'air pénétrer dans les voies pulmonaires. D'ailleurs le ralentissement de l'élimination du sel potassique par les urines, où on ne peut le constater que deux heures après le bain, prouve qu'elle n'a pas lieu par les voies pulmonaires.

» 6° Ce sel est en suspension dans la vapeur d'eau et est entraîné mécaniquement dans la cage en bois.

» 7° L'élimination de ce sel commence environ deux heures après le bain, augmente de quantité jusqu'au repas, après lequel elle semble diminuer, à cause de la grande quantité d'eau ingérée, redevient plus abondante ensuite, et cesse complétement vingt-quatre heures après, quelles que soient la dose du sel, la température et la durée du bain.

» 8° Lorsque le malade a pris dix ou douze bains, l'élimination se continue pendant trois ou quatre jours; s'il en a pris de vingt-cinq à trente, elle persiste dix à douze jours après le bain.

» 9° Un bain de vapeur simple, suivi de savonnage et de frictions énergiques, est très-utile pour hâter et favoriser l'absorption d'une substance médicinale non volatile dans un bain de vapeur.

» 10° C'est bien à l'état d'iodure de potassium qu'il est absorbé, puisque l'analyse de la vapeur d'eau qui s'échappe du récipient ne constate nulle trace d'iode à l'état libre, nulle trace d'iodure de fer. L'iode seul ne pourrait produire les effets thérapeutiques obtenus par les bains de vapeurs iodurées.

» Je me borne à exposer aujourd'hui ces expériences physiologiques, réservant pour une autre Communication les résultats thérapeutiques que j'ai obtenus. »

MÉDECINE. — *De l'aspiration des liquides pathologiques, méthode de diagnostic et de traitement.* Note de **M. G. Dieulafoy**, présentée par M. Cl. Bernard.

» J'ai appliqué à l'extraction des liquides pathologiques en Médecine et en Chirurgie la force d'aspiration que nous donne le vide de la machine pneumatique. Les appareils destinés à cet usage ont reçu le nom d'*aspirateurs*, et j'ai donné à la méthode médico-chirurgicale le nom d'*aspiration*. Nous décrirons successivement l'instrument et la méthode, c'est-à-dire l'aspirateur et l'aspiration.

» L'*aspirateur* est un appareil dont la conformation extérieure peut être modifiée, mais dont le principe est invariable. Il est composé de deux parties principales : 1° un corps de pompe ou récipient dans lequel on fait le vide; 2° des aiguilles creuses, longues et fines, reliées au récipient par un tube de caoutchouc flexible.

» Ces aiguilles creuses sont destinées à être introduites à travers les tissus; elles ont un volume si exigu que les organes les plus délicats (foie, poumon, vessie, etc.) peuvent être traversés par elles sans en être plus incommodés que par les aiguilles à acupuncture, dont on connaît la parfaite innocuité. La finesse de l'aiguille n'est pas un obstacle au passage des liquides même les plus épais, à la condition que le vide soit bien fait dans le récipient. Quant au corps de l'aspirateur, c'est en quelque sorte une machine pneumatique de petite dimension. Les deux modèles que j'ai fait connaître (aspirateur à encoche et à crémaillère) font le vide dans un corps de pompe, et du premier coup de piston.

» L'*aspiration* constitue une méthode de diagnostic et de traitement. Elle est d'abord destinée à déceler d'une manière certaine l'existence, le siége et la nature des collections liquides, puis elle a pour but de tarir la source de ces liquides. Envisagée à ce double point de vue, elle embrasse une partie de la Pathologie médicale et chirurgicale, qu'elle tend à réunir sur le même terrain. Comment l'aspiration est-elle un mode de *diagnostic* et de *traitement?* C'est ce que nous allons examiner.

» Pour aller à la recherche d'un épanchement plus ou moins profondément situé, nous utilisons ce que nous avons fait connaître sous le nom de *vide préalable*. Ce point nous paraît mériter quelques développements.

» Supposons, par exemple, que nous allions à la recherche d'un épanchement de la plèvre : on fait d'abord le vide dans l'aspirateur, on introduit l'aiguille creuse dans l'espace intercostal, et à peine a-t-elle parcouru 1 centimètre dans la profondeur des tissus (c'est-à-dire dès que les ouvertures situées à son extrémité ne sont plus en rapport avec l'air extérieur), on la met en rapport avec le récipient, dans lequel le vide a été préalablement établi. Alors, et j'appelle toute l'attention sur ce point, on ouvre le robinet correspondant de l'aspirateur, et grâce à cette manœuvre, le *vide se fait dans l'aiguille.* Il suffit de pousser lentement cette aiguille, *qui porte le vide avec elle,* et *c'est le vide à la main* qu'on traverse les tissus à la recherche de l'épanchement. Les yeux de l'opérateur restent fixés sur le corps de pompe ou sur l'index en cristal et au moment où l'aiguille rencontre le liquide, on voit celui-ci se précipiter avec force, et le diagnostic *s'inscrit* lui-même dans l'instrument. C'est basé sur les données que je viens d'exposer que j'ai pu formuler cette idée :

» *Il est toujours possible, grâce à l'aspiration, d'aller sans aucun danger, et avec certitude, à la recherche d'une collection liquide, quel que soit son siége et quelle que soit sa nature.*

» Les aspirations pourront être répétées fort souvent et sans aucun inconvénient dans le même organe, et il est rare qu'elles ne finissent pas par tarir la source du liquide.

» L'observation des faits m'a permis d'émettre sur le traitement des épanchements la proposition suivante, qui devient une loi thérapeutique :

» Quand un liquide, quelle que soit sa nature, s'accumule dans une cavité séreuse ou dans un organe, et quand cette séreuse ou cet organe sont accessibles sans danger pour le malade à nos moyens d'investigation, notre premier soin doit être de retirer ce liquide; s'il se forme de nouveau, on le retire encore, et plusieurs fois si cela est nécessaire, *de manière à épuiser la séreuse par un moyen tout mécanique et absolument inoffensif, avant de songer à en modifier la sécrétion par des agents irritants et quelquefois redoutables.*

» J'ai appliqué l'aspiration à un grand nombre de maladies que je classerai en trois groupes :

» 1° Aspirations de liquides accumulés dans une cavité séreuse : hydrocéphalie, hydrorachis, pleurésie, péricardite, hydarthrose, kystes synoviaux;

» 2° Aspiration de liquides accumulés dans la profondeur des organes : abcès ou hydatides du poumon, kystes ou abcès du foie, tumeurs liquides

de la rate et des épiploons, kystes de l'ovaire, rétention d'urine, hernies étranglées de l'intestin;

» 3° Aspiration de liquides formés dans le tissu cellulaire de différentes régions : abcès par congestion et abcès froids, bubons, phlegmon périnéphrétique, phlegmon iliaque, phlegmon péri-utérin. »

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique des Crustacés podophthalmaires du golfe de Gascogne.* Note de **M. Fischer**, présentée par M. Milne Edwards.

« La faune des Crustacés podophthalmaires du sud-ouest de la France comprend, à ma connaissance, soixante-treize espèces, dont deux seulement vivent dans les eaux douces (*Astacus fluviatilis* et *Caridina Desmaresti*). Pour dégager le caractère de cette faune, il faut la comparer, d'une part, avec celle des îles Britanniques, telle qu'elle a été établie par Bell et White, et, d'autre part, avec celle de la Méditerranée, qui est résumée complétement dans le livre de Heller.

» Sur les soixante-onze espèces marines du golfe, quarante-quatre sont communes à la fois aux mers d'Angleterre et à la Méditerranée. Elles n'ont, par conséquent, aucun caractère spécial, mais elles prouvent la continuité de la faune littorale qui, en Europe, est régulièrement distribuée du nord au sud. Ces quarante-quatre espèces, purement européennes, sont :

» *Stenorhynchus phalangium, S. longirostris, Inachus scorpio, Pisa Gibsii, Maia squinado, Eurynome aspera, Cancer pagurus, Pirimela denticulata, Xantho floridus, X. rivulosus, Pilumnus hirtellus, Carcinus mœnas, Platyonychus latipes, Portunus puber, P. depurator, P. holsatus, P. marmoreus, P. arcuatus, Gonoplax rhomboïdes, Pinnotheres pisum, Atelecyclus cruentatus, Thia polita, Corystes dentatus.*

» *Dromia vulgaris, Pagurus Bernhardus, P. Prideauxi, Porcellana platycheles, P. longicornis.*

» *Galathea strigosa, G. squamifera, Palinurus vulgaris, Callianassa subterranea, Homarus vulgaris, Nephrops norvegicus, Crangon vulgaris, C. spinosus, Nika edulis, Palæmon serratus, P. squilla, P. rectirostris, Virbius varians, Athanas nitescens, Alpheus ruber.*

» *Squilla Desmaresti.*

» Quelques-unes de ces espèces comblent des lacunes dans la distribution géographique des Crustacés. Ainsi l'on ne connaissait pas, pour le

*Nephrops norvegicus*, de station intermédiaire entre les mers anglaises et la Méditerranée. Il est probable qu'en cherchant ce Crustacé par des profondeurs de 40 à 60 brasses on l'obtiendra sur tout le littoral occidental de la France.

» Neuf espèces de la Méditerranée paraissent dans le golfe de Gascogne sans dépasser la Manche au nord. Ce sont :

» *Eriphia spinifrons*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Homola spinifrons*, *Pagurus misanthropus*, *P. meticulosus*, *Scyllarus arctus*, *Gebia littoralis*, *Palæmon Edwardsi*, *Virbius viridis*.

» Neuf espèces, au contraire, vivent dans les mers d'Angleterre et dans le golfe, mais ne pénètrent pas dans la Méditerranée. Ce sont :

» *Polybius Henslowi*, *Pagurus cuanensis*, *P. lævis*, *P. Hyndmanni*, *Crangon trispinosus*, *Diastylis bicornis*, *Iphinoe trispinosa*, *Mysis chameleon*, *M. spinulosa*.

» Neuf espèces semblent, jusqu'à plus ample informé, propres au sud-ouest de la France :

» *Ebalia chiragra*, *Porcellana bicuspidata*, *Pagurus Lafonti*, *Nika platyura*, *Palæmon imbellis*, *Peneus orbignyanus*, *Diastylis Orbignyi*, *Bodotria ferox*, *Cynthia armata*.

» Enfin on a signalé sur les côtes de la Manche et de la Bretagne neuf espèces qui n'ont pas encore été recueillies dans le golfe de Gascogne. Ce sont :

» *Acheus Cranchi*, *Hyas aranea*, *H. coarctata*, *Pisa tetraodon*, *Gebia deltura*, *Axius stirhyncus*, *Hippolyte Cranchi*, *H. crassiocornis*, *Cuma Audouini*, ce qui porte à quatre-vingt le nombre des Crustacés podophthalmaires des rivages océaniques de la France.

» En rapprochant ces chiffres, on peut conclure que la faune carcinologique marine du golfe est parfaitement mixte; environ deux tiers de ces espèces sont communes aux régions situées au nord et au sud; neuf sont d'origine méditerranéenne, neuf sont celtiques, neuf, enfin, sont spéciales.

» Notre faune n'est donc pas plus celtique que méditerranéenne, puisque les éléments fournis par ces deux provinces zoologiques sont équivalents, fait qui prouve une fois de plus que les espèces se remplacent successivement, du nord au sud, le long de nos côtes et de la même façon que les espèces fossiles se remplacent chronologiquement de bas en haut dans un bassin où la stratification a été régulière.

» Si maintenant on vient à comparer notre faune avec celle des régions plus fraîches du nord de l'Europe, on verra que plusieurs genres, qui don-

nent les meilleurs caractères pour la constitution des grandes faunes, manquent dans le golfe. Les genres des mers froides sont :

» *Chionœcetes, Geryon, Lithodes, Calocaris, Nectocrangon, Sabinea, Leucon podopsis, Lophogaster, Themisto*, etc.

» Mais si l'on fait la même comparaison avec la faune méditerranéenne, on est stupéfait du nombre considérable de genres de cette région qui manquent sur nos côtes :

» *Leptopodia, Amathia, Herbstia, Lissa, Mithrax, Acanthonix, Lambrus, Actœa, Thalamita, Lupa, Ocypoda, Gelasimus, Brachynotus, Heterograpsus, Euchirograpsus, Grapsus, Metopograpsus, Plagusia, Acanthopus, Ilia, Calappa, Cycloe, Dorippe, Cymopolia, Ethusa.*

» *Latreillia, Albunea.*

» *Pseudibacus, Calliaxis, Polycheles, Lysmata, Gnathophyllum, Ephyra, Autonomea, Pontania, Typton, Anchistia, Syciona, Itenopus.*

» *Gonodactylus.*

» La Méditerranée, comme l'a déjà fait remarquer à juste titre M. H. Milne Edwards, est donc un centre géographique des plus importants; mais elle offre un autre intérêt : c'est qu'un grand nombre des genres qui l'habitent : *Leptopodia, Mithrax, Acanthonyx, Lambrus, Lupa, Thalamita, Ocypoda, Grapsus, Calappa, Plagusia, Gonadactylus*, etc., appartiennent, en réalité, aux mers tropicales, et que leur présence dans la Méditerranée indique l'extrême limite au nord de la répartition géographique de ces genres. Ils représentent donc, au milieu d'une population pour ainsi dire européenne, l'élément exotique, provenant de l'Atlantique tropical ou de la mer des Indes.

» Cette introduction dans la Méditerranée de genres des mers chaudes n'a pu avoir lieu qu'à l'époque où la Méditerranée renfermait, avec de nombreux Polypiers astréens, toute une faune à faciès encore plus chaud que celui qu'elle nous offre aujourd'hui. Il faut, par conséquent, remonter à l'époque miocène, alors que de vastes bras de mer recouvraient une portion de l'Égypte, de l'Asie Mineure, et faisaient largement communiquer les eaux de l'Océan indien avec celles de notre Océan européen. Cette même hypothèse est nécessaire pour saisir les caractères de la faune fossile de notre terrain miocène; elle peut être démontrée par les restes enfouis des animaux mollusques et rayonnés de cette époque. Malheureusement, les Crustacés fossiles des terrains tertiaires, moyen et supérieur, sont trop rares pour qu'on ait pu tirer quelque profit de leur examen au sujet de cette question.

» Il est nécessaire aujourd'hui de tenir compte très-sérieusement, dans l'étude des faunes actuelles, des phénomènes géologiques antérieurs de la contrée où elles se sont développées. En un mot, la distribution géographique actuelle des animaux marins est la conséquence forcée de leur distribution stratigraphique antérieure. »

BOTANIQUE. — *Sur la maladie du pêcher, connue sous le nom de* Cloque. Note de **M. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« La cloque du pêcher est une maladie assez commune et qui a été signalée depuis longtemps. Elle a en effet des caractères très-apparents. Elle attaque surtout les feuilles, qui, au lieu d'être vertes, deviennent d'une couleur jaune pâle ou rosée, s'épaississent un peu en changeant de consistance, se contournent, se recroquevillent et se boursouflent en s'ondulant d'une façon très-frappante. Cependant, malgré le dommage assez considérable que cette maladie cause aux arbres, elle a été peu étudiée et aujourd'hui encore on ignore très-généralement à quelle cause elle est due. La ressemblance de l'altération causée par la cloque avec les déformations que les piqûres des pucerons produisent communément sur les feuilles, a dû faire rapporter la cloque à cette cause; mais, dans les feuilles atteintes par la cloque, on ne trouve pas de pucerons, et déjà de Candolle, dans sa *Physiologie*, t. III, p. 1382, ne cite qu'avec beaucoup de doute l'opinion qui attribue aux pucerons la cloque du pêcher. La plupart des auteurs qui ont parlé de cette maladie se bornent à la considérer comme une altération des tissus, due à des conditions météorologiques défavorables à la végétation (pluies froides, brusques modifications dans la température). Nulle part je n'ai vu exprimée l'opinion que la cloque soit due à un Champignon parasite. Les traités modernes de pathologie végétale de M. Kühn et de M. Hallier ne font pas mention de la cloque du pêcher, et cependant le Champignon qui la produit a été très-bien étudié par M. Tulasne, dans un Mémoire spécial sur le genre *Taphrina*, et décrit par lui sous le nom de *Taphrina deformans*. (L.-R. Tulasne, *Super Friesiano Taphrinarum genere*, in *Ann. Sc. Nat.*, 5e série, t. V, p. 128.)

Si l'on compare le tissu d'une feuille atteinte de la cloque à celui d'une feuille saine de pêcher, on voit que toutes les cellules de la feuille malade ont été le siége d'une multiplication considérable. Dans le parenchyme vert, qui est composé de cellules allongées perpendiculairement à la surface, on voit d'abord apparaître des cloisons transversales, puis la multiplication

des cellules se continue par la formation de cloisons à peu près dans tous les sens, et il se produit ainsi un tissu charnu homogène, composé de cellules pressées les unes contre les autres, et dans lesquelles il n'y a point de chlorophylle. Pendant ce temps, les cellules de l'épiderme se multiplient aussi par suite de la formation de cloisons particulières à la surface, et ainsi, dans les points particulièrement atteints par la cloque, la feuille croît notablement en surface. De là ces boursouflements, ces saillies en forme de cloques qui caractérisent cette maladie. Quand la cloque prend un développement considérable, on constate que l'altération du tissu ne porte pas seulement sur les feuilles, mais aussi sur l'extrémité jeune des rameaux, qui, sur une partie de leur étendue, deviennent épais et charnus. Dans ce cas, c'est le parenchyme vert de l'écorce qui est le siége de la multiplication des cellules; les parties profondes, tout en prenant plus de développement que d'ordinaire, contiennent encore de la matière verte, mais les couches les plus rapprochées de l'extérieur en sont dépourvues; elles se multiplient, comme le parenchyme de la feuille, par la formation de nombreuses cloisons qui se produisent à leur intérieur et dans tous les sens. On voit que l'altération due à la cloque est profonde et qu'elle peut s'étendre assez loin de la surface où se montre le petit Champignon parasite que M. Tulasne a nommé *Taphrina deformans*.

» Si l'on enlève un petit lambeau de l'épiderme d'une feuille manifestement atteinte de la cloque, on voit à sa surface une très-grande quantité de cellules souvent pressées les unes contre les autres. Elles sont à peu près globuleuses ou un peu anguleuses, quand les faces par où plusieurs d'entre elles se touchent sont planes. Ces cellules ne sont pas disposées en files régulières, mais elles forment au-dessus de l'épiderme une sorte de membrane lacuneuse.

» Si l'on fait des coupes transversales de l'épiderme, on peut arriver à reconnaître que ces cellules globuleuses se développent entre l'épiderme et la cuticule, comme l'a déjà indiqué M. L.-R. Tulasne. Si le Champignon était ainsi réduit à ces simples cellules juxtaposées, se maintenant entre la cuticule et l'épiderme, sans prolongements pénétrant dans l'intérieur du tissu sous-jacent, il serait bien difficile de comprendre comment il pourrait vivre et exercer au loin une action si considérable sur la constitution des tissus de la plante qui le porte. Mais il n'en est pas ainsi en réalité : le petit végétal possède un mycélium très-ramifié, qui se glisse dans l'intervalle des cellules et pénètre tout le parenchyme, en s'étendant le long des parois des cellules, mais sans les perforer. Les cellules qui composent ce mycélium

sont généralement très-allongées, mais elles sont souvent dissemblables, de forme irrégulière et anguleuse; elles se sont plus ou moins étendues en largeur, selon qu'elles ont trouvé un espace plus ou moins grand pour se développer et se sont ainsi modelées sur les méats intercellulaires.

» Le mycélium est très-ramifié; ses branches se terminent le plus souvent par deux ou trois très-petites ramifications en forme de digitations qui s'appliquent sur les parois des cellules du parenchyme et ressemblent beaucoup en très-petit à l'extrémité digitée des poils radicaux des végétaux supérieurs. Les filaments du mycélium se rencontrent surtout en grand nombre au-dessous de l'épiderme, mais ils s'étendent aussi loin à travers tous les tissus où l'altération se manifeste.

» Si l'on examine une feuille fortement atteinte par la cloque, on voit que souvent sa surface a un aspect blanchâtre et un peu velouté, qui rappelle assez ce qu'on nomme la *fleur des fruits*. Dans ces places, l'épiderme est couvert de *Taphrina deformans* en fructification, et d'ordinaire on trouve les uns auprès des autres un certain nombre de ces petits êtres aux divers degrés de leur développement.

» Quand la fructification commence à se faire, on voit la cellule globuleuse qui constitue le Champignon stérile s'élever par sa partie supérieure et bientôt faire saillie à travers la cuticule, puis se dresser librement en forme de colonne. Peu après, il se forme vers le bas de cette longue cellule une cloison transversale qui en sépare la partie saillante de la partie inférieure. La première, qui est cylindrique et tronquée au sommet, est une véritable thèque; on y voit bientôt apparaître une file de spores sphériques au nombre de 8. Peu à peu ces spores vont s'amasser au sommet de la thèque, qui s'ouvre ensuite par une fente transversale, de façon à former deux lèvres qui souvent s'enroulent au dehors, et laissent un libre passage aux spores qui se disséminent.

» Les spores germent en donnant naissance à de petits bourgeons qui produisent des corps de même forme.

» La conséquence pratique qui ressort de cette étude c'est que, pour combattre l'extension de la cloque sur le pêcher, la première précaution à prendre est de couper, aussitôt que possible, toutes les parties attaquées et de les brûler. »

HISTOIRE NATURELLE DE L'HOMME. — *Époque de la pierre polie. Grottes préhistoriques de la Marne.* Note de **M. J. de Baye**, présentée par M. de Quatrefages.

« Je me bornerai aujourd'hui à donner sommairement quelques détails : 1° sur les cavernes elles-mêmes; 2° sur le mode de sépulture; 3° sur les crânes et les ossements humains; 4° sur les ossements d'animaux; 5° sur les principaux objets appartenant à l'industrie primitive.

» 1° *Les grottes.* — Ces cavernes affectent les mêmes formes et, malgré les nuances particulières à chacune, elles revêtent des caractères qui révèlent une commune origine. Les parois et les voûtes portent les empreintes des coups de hache en silex. Les unes sont simples, les autres composées de deux compartiments. Certaines sont exclusivement des sépultures, d'autres ont évidemment servi d'habitations. Ces dernières, généralement plus confortables, ont un accès plus facile; des rainures pratiquées autour des portes permettaient de les fermer plus exactement et plus commodément. Les parois sont pourvues de crochets taillés dans la craie, quelques-unes ont des étagères; enfin elles offrent des surfaces polies, particulièrement aux entrées, qui dénotent une fréquentation réitérée et prolongée. L'une de ces grottes-habitations est ornée dans sa partie antérieure d'un relief sculpté dans la craie naturelle, qui représente une hache emmanchée et une fronde. C'est, à n'en pas douter, l'œuvre d'un habitant primitif qui avait utilisé ses loisirs et qui semblait avoir quelques dispositions pour les arts.

» Les grottes sépulcrales proprement dites sont généralement moins bien travaillées, simples; elles ont été peu pratiquées; l'ouverture en est plus soigneusement fermée et la pierre de l'entrée est scellée fort solidement.

» La tranchée qui précède les grottes, la pierre qui les obstrue et qui les indique, les matières calcaires pilées qui la remplissent sont autant de sujets dignes d'attention et d'étude.

» 2° *Le mode de sépulture.* — Aucune des grottes n'était vide. Un certain nombre contenaient de la cendre mélangée à des ossements peu abondants; plusieurs renfermaient une terre pulvérulente mélangée à quelques rares fragments d'os. J'ai lieu de le croire, ces grottes ont été fréquentées à des époques postérieures à l'âge de la pierre polie. Celles qui avaient été respectées et conservées intactes étaient loin d'offrir le même aspect. Dans plusieurs, les corps, déposés horizontalement, étaient nus. Les ossements gardaient leurs rapports anatomiques; des crânes, dans leur position naturelle, regardaient encore vers la voûte de la grotte. Une de ces sépultures

avait reçu quarante sujets, disposés d'une manière fort intéressante que nous avons notée. Dans d'autres, les corps, placés aussi horizontalement, étaient recouverts de cendres ou de terre fine. Plusieurs nous offrirent un autre mode de sépulture : les corps y étaient accroupis et soutenus par des pierres.

» Nous avons cru remarquer que les corps qui étaient nus se rencontraient spécialement dans les grottes qui avaient préalablement servi d'habitation.

» 3° *Les crânes et les ossements humains.* — Tous les crânes dans un état de conservation convenable ont été recueillis. Le type brachycéphale domine presque exclusivement. Deux ou trois crânes se rapprochent du type dolichocéphale. Nous regrettons la disparition d'un de ces derniers types, très-caractérisé; une main indélicate se l'est approprié. Le col du fémur est fort prolongé dans certains sujets. Plusieurs anomalies se sont rencontrées; elles offriraient plus d'intérêt à la Médecine qu'à la Paléontologie humaine.

» 4° *Les ossements d'animaux.* — Les ossements d'animaux, malgré ce qui a été publié sur la découverte des cavernes préhistoriques de la Marne, n'offrent que peu d'intérêt. Si l'on excepte quelques mâchoires de pachydermes, les autres ossements ne sont généralement que des restes des repas des carnassiers qui fréquentèrent les grottes à certaines époques, comme on peut s'en assurer par les traces de leurs griffes, encore visibles sur plusieurs points des parois.

» 5° *Les objets appartenant à l'industrie primitive.* — L'art primitif était représenté dans ces grottes par de nombreux spécimens, dont je signalerai seulement les principaux. Les instruments en silex sont : des haches en grande quantité, de formes, de natures, de dimensions variées. Plusieurs de ces haches étaient encore dans leur gaîne. Le nombre des couteaux est considérable; plusieurs sont remarquables par leur longueur. Les perçoirs, en grand nombre, sont intéressants par leur travail. Des scies retaillées délicatement, des flèches d'un travail recherché, des grattoirs, dont un du type du Grand-Pressigny, forment une intéressante collection. Les tranchets s'y trouvaient par centaines. Outre les haches en silex, nous en avons trouvé plusieurs en matière verte et une en porphyre. Un polissoir bien caractérisé, quelques pierres à aiguiser, des objets en craie grossièrement travaillés sont dignes d'attention.

» Les instruments en os sont moins nombreux et moins variés. Cependant plusieurs poinçons sont remarquables. Un tranchet formé d'un os,

armé à ses deux extrémités d'une canine d'animal, est fort intéressant. Une aiguille à chas, des manches d'instruments courts et cylindriques, un cône surmonté d'une petite sphère rappelant assez la forme d'une quille, sont, parmi beaucoup d'autres, les objets les mieux caractérisés.

» Un instrument en corne de cerf, taillé en biseau et percé, comme les gaînes des haches, d'un trou destiné à recevoir le manche, mérite une mention particulière.

» Comme objets de parure, nous avons recueilli : des coquillages de plusieurs genres, taillés de différentes manières, percés d'un ou de plusieurs trous; des grains de collier en craie et en pétoncle; des pendeloques en schiste et en marbre. Ces objets de l'art primitif sont nombreux et plusieurs offrent un grand intérêt.

» La céramique nous a donné un vase entier, une partie notable d'un autre et des fragments en quantité.

» Nous avons pu, par des rapprochements, déterminer quelques emplois de plusieurs de ces instruments. La position des objets semble n'être pas le résultat du hasard; ils se rencontraient souvent dans les mêmes conditions : les grains de collier dans les régions cervicales, les coquillages sur toute l'étendue du corps. Les tranchets paraissent avoir eu un usage funéraire. Les haches, emmanchées particulièrement, étaient placées vers la partie supérieure entre le corps et la paroi de la grotte. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'homme fossile des cavernes des Baoussé-Roussé* (*Italie*), *dites* Grottes de Menton. Deuxième Note de **M. E. Rivière**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait.)

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 29 avril, j'ai fait une étude générale des conditions dans lesquelles j'ai découvert l'homme fossile des Baoussé-Roussé. Je complète aujourd'hui ce premier travail par les nouvelles recherches auxquelles je me suis livré, tant sur la mensuration des pièces principales du squelette que sur la faune au milieu de laquelle il a vécu.

» Le squelette est à peu près complet; il ne lui manque que quelques-uns des ossements des pieds, ainsi que l'extrémité inférieure du tibia gauche et l'extrémité postérieure du calcanéum du même côté, lesquelles ont été brisées par le coup de pioche qui a révélé la présence de l'homme.

» La mensuration aussi approximative que possible des ossements les plus importants m'a donné les résultats suivants :

| Côté droit. | Longueur. | Côté droit. | Longueur. |
| --- | --- | --- | --- |
| Humérus | 0,342 | Péroné (à peu près entier) | 0,39 |
| Cubitus | 0,283 | Calcanéum | 0,089 |
| Radius | 0,263 | Calcanéum et astragale réunis | 0,102 |
| Clavicule | 0,158 | Tarse | 0,138 |
| Fémur | 0,464 | 1er métatarsien | 0,065 |
| Tibia | 0,412 | 1re phalange (gros orteil) | 0,035 |

» Quant aux dimensions du crâne, il n'a pas été possible de les prendre avec quelque exactitude, en raison des fractures au milieu de l'occipital, avec chevauchement des os, et au niveau du frontal avec renversement latéral de la boîte crânienne; mais, relatant ici les principaux caractères que présente le squelette, je citerai les particularités suivantes : crâne allongé, très-dolichocéphale, bombé au sommet, moins volumineux que le crâne n° 1 (crâne de vieillard) trouvé à Cro-Magnon, en 1868, et avec lequel il offre cependant le plus d'analogies, beaucoup moins large aussi à la région postérieure ou occipitale; front également un peu plus étroit; tempe aplatie (1). Parmi les sutures du crâne, sont seuls apparents : celle des pariétaux entre eux ou suture sagittale, le commencement de la suture lambdoïde et la suture temporo-pariétale. La suture fronto-pariétale existe peut-être, mais elle est masquée par la croûte ferrugineuse qui recouvre la surface du crâne. Le trou pariétal est très-apparent de chaque côté de la suture sagittale.

» Orbite extrêmement remarquable, d'une ressemblance frappante avec l'orbite de l'homme de Cro-Magnon, et présentant, comme chez celui-ci, un diamètre transverse très-étendu et un diamètre vertical très-réduit; le rapport de ces diamètres chez le squelette des Baoussé-Roussé est de 0,043 à 0,027, ce qui donne un indice de 62,79. Le bord orbitaire supérieur est mince et tranchant, moins cependant que sur le crâne n° 1 de Cro-Magnon; de même, le bord orbitaire inférieur est moins épais que sur ce dernier.

» La fosse canine du maxillaire supérieur est très-peu profonde. Aucun prognathisme.

» La branche montante du maxillaire inférieur est très-peu inclinée; le condyle paraît assez épais; l'apophyse coronoïde est à peine saillante; l'échancrure sigmoïde, large et peu profonde; l'angle de la mâchoire arrondi.

» Toutes les dents existent et sans aucune carie; leur surface triturante

---

(1) Toutes ces indications se rapportent plus spécialement à la moitié latérale droite du crâne et de la face.

ne présente ni saillies ni tubercules, mais est complétement rasée, parfaitement plane et sans aucune obliquité, non plus sur les incisives et les canines que sur les molaires, non plus sur les supérieures que sur les inférieures.

» Cette usure est-elle l'indice d'un âge avancé? L'aspect des sutures du crâne semble s'y opposer. Est-elle un caractère de la race à laquelle appartient ce squelette? Est-ce l'effet d'une alimentation plus végétale qu'animale? La quantité énorme d'ossements trouvés dans la caverne et brisés par l'homme paraît repousser cette idée. Et cependant la brièveté et le peu de saillie de l'apophyse coronoïde du maxillaire inférieur devaient permettre des mouvements de latéralité très-étendus de cet os sur les maxillaires supérieurs.

» Passant maintenant aux autres parties du squelette, je citerai la longueur des clavicules et le peu de courbure de leurs extrémités, la nonperforation de la cavité olécrânienne de l'humérus; la fracture consolidée du radius gauche, au tiers inférieur, avec déformation considérable et incurvation de la portion fracturée (1), fracture survenue pendant la vie.

» Le thorax est complétement écrasé, et les côtes plus ou moins brisées; l'appendice xiphoïde du sternum a disparu. Les vertèbres cervicales sont bien conservées, les dorsales sont masquées par les côtes, les lombaires ne sont pas entières; à la région lombaire est encore adhérent un astragale de cerf.

» Le bassin n'a pu être mesuré, en raison de sa déformation due à l'attitude du corps, qui a entraîné la rupture des os.

» Les fémurs sont longs, forts; ils présentent une courbure de torsion assez marquée, tandis que la courbure antéro-postérieure est normale. Le col est court, sa brièveté a fait croire à un écrasement; les trochanters présentent un volume à peu près normal; la lèvre externe de la ligne âpre, ligne très-accentuée, est assez saillante; l'épaisseur des condyles réunis est de 0,084.

» Les rotules sont fortes et bien développées.

» Les tibias sont assez massifs, et leurs extrémités inférieures et supérieures sont fortes; ils présentent la forme en lame de sabre des tibias de Cro-

---

(1) J'avais primitivement indiqué cette fracture comme intéressant les deux os de l'avant-bras gauche, mais un dégagement plus complet de ces os, rendu possible après la consolidation du squelette par le procédé remarquable de M. Stahl, m'a permis de reconnaître que le radius seul avait été atteint.

Magnon; la face externe est assez fortement incurvée et creusée plus profondément qu'on ne le remarque ordinairement. Les péronés sont assez volumineux ; l'extrémité inférieure qui forme la malléole externe est plus forte, plus arrondie et moins triangulaire qu'elle ne l'est habituellement.

» Le pied est grand, fort et très-développé. Le talon est haut, sa face postérieure est presque droite, verticale, et présente à la partie moyenne comme un bourrelet formé par des rugosités d'insertions tendineuses très-marquées.

» En résumé, l'homme fossile que je viens d'essayer de décrire devait être d'une grande taille. Son angle facial est beau et doit se rapprocher du chiffre de 85 degrés.

» Les diverses espèces animales dont j'ai recueilli les débris dans le voisinage le plus immédiat du squelette, espèces que M. le docteur Sénéchal m'a aidé à déterminer, se composent de :

» 1° Carnassiers : *Felis spelœa,* plusieurs phalanges ; *Ursus spelœus,* phalange incinérée ; *Ursus* de petite taille, probablement l'*Ursus arctos; Canis lupus* de grande taille ; *Érinaceus,* maxillaire inférieur.

» 2° Pachydermes : Rhinocéros, fragments de dent molaire (1) ; *Equus,* dent molaire ; *Sus scrofa,* plusieurs dents.

» 3° Ruminants : *Bos primigenius*, plusieurs dents molaires et incisives et des ossements ; *Cervus alces*, une première molaire supérieure droite ; *Cervus elaphus*, des fragments de mâchoire, des dents et des ossements, un fragment de bois incinéré ; *Cervus canadensis* (lequel ne diffère de l'Élaphe que par des dimensions plus grandes), des fragments de mâchoires, des dents et des ossements brisés ; un *Cervus* plus petit que l'Élaphe et qui pourrait être le Cerf de Corse, des dents et des mâchoires brisées ; le *Cervus capreolus*, dents et ossements ; une grande Chèvre, *Capra primigenia?* (2) des dents et des fragments de mâchoire en très-grand nombre, ainsi que des ossements brisés ; Antilope *rupicapra* ou Chamois, un astragale et deux fragments de mâchoires présentant une troisième molaire à trois collines.

» 4° Rongeurs : *Lepus*, une mâchoire inférieure avec ses dents.

---

(1) J'avais déjà recueilli, à plus d'un mètre au-dessus de cet homme, deux dents de Rhinocéros tichorhinus, attenant encore ensemble et à un fragment de mâchoire.

(2) Nom donné par M. le professeur Gervais à une Chèvre plus grande et plus trapue que la Chèvre actuelle. Elle a du reste été déjà signalée, dans les grottes de Menton, par M. Forel, comme un Mouton supérieur en dimension au Mouton actuel.

» Parmi les divers animaux dont je viens de faire l'énumération, trois surtout, par leur présence autour du squelette, et à des niveaux supérieurs à lui, le grand *Felis*, l'*Ursus spelæus* et le Rhinocéros, dont j'avais déjà trouvé, et antérieurement à l'homme, des débris osseux, indiquent l'époque à laquelle l'homme fossile des Baoussé-Roussé a vécu (1).

» Quant au Renne, il n'existe pas dans les cavernes de Menton; il paraît également faire défaut dans toutes les autres cavernes de l'Italie. Le Renne vivait-il cependant à la même époque et en d'autres parties de l'Europe? Dans la grotte d'Arcy, M. de Vibraye l'a signalé, principalement dans l'assise moyenne où l'on ne trouve plus les restes de l'Hyène, du grand Ours, etc.

» Parmi les divers objets trouvés auprès du squelette, je citerai principalement deux lames de couteaux en silex, l'épingle en os taillée dans un radius de Cerf, les *nassa neritea* du crâne et du jambelet, et les vingt-deux canines de Cerf perforées, tous objets qui présentent la coloration rougeâtre que j'ai signalée sur toutes les pièces du squelette et principalement sur la tête. Cette coloration est due au peroxyde de fer, peroxyde formé par l'hydratation du fer oligiste dont toute la surface du corps avait été recouverte après la mort, et indique une inhumation de l'homme fossile.

» Cette inhumation a eu lieu, mais sans aucun déplacement; en effet, l'attitude du squelette indique parfaitement que l'homme est mort pendant son sommeil, aux lieu et place où je l'ai découvert, c'est-à-dire sur un sol formé de cendres, de charbon et de pierres calcinées, et au milieu des détritus de la vie de chaque jour, et sans aucune trace d'éboulement. »

AGRICULTURE. — *Sur le Phylloxera vastatrix.* Note de **M. L. Laliman.**

« Dans le Rapport de la Commission ministérielle instituée pour l'étude de la nouvelle maladie de la vigne, je lis :

« On croit pouvoir attribuer la formation des galles et l'apparition des habitants qu'elles renferment aux insectes provenant des œufs pondus par le Phylloxera ailé. »

» J'ai soutenu le contraire dans mes études sur les divers Phylloxera; et, cette année, ayant de nouveau entouré les flages de certaines vignes de

---

(1) J'ai trouvé également à un niveau supérieur à l'homme, non-seulement des dents de *Hyæna spelæa*, dont quelques-unes ont subi l'action du feu, mais encore des coprolithes du même animal.

plusieurs tissus serrés, tels que du crêpe, etc., je me suis assuré pour la seconde fois que j'avais raison : l'insecte ailé n'est pour rien dans ces phénomènes.

» J'ai donc l'honneur de vous adresser quelques spécimens de feuilles de vignes, dans les tissus desquelles la Commission pourra constater que j'avais raison lorsque, en 1869, je fus le premier à déclarer que le puceron des racines n'était autre que celui des feuilles; que j'avais encore raison lorsque, en 1870, j'écrivais que ce n'était généralement qu'au printemps que le Phylloxera fixe son habitat sur certaines feuilles de certaines espèces de vignes, et qu'il ne fallait guère chercher ces nichées que sur les feuilles les plus jeunes; qu'en agissant ainsi, on est dans la vraie voie, soit pour l'étude des mœurs de l'insecte, soit pour sa destruction, soit qu'on ait en vue seulement de diminuer sa prodigieuse multiplication, puisqu'en mouchant les flages des vignes qui leur servent de refuge on supprime des masses de nids et d'insectes.

» Les feuilles ci-jointes sont des premières vues par moi cette année; les poux n'ont pas encore pondu; ils sont par conséquent très-reconnaissables et non déformés par l'enflure qu'ils acquerront dans quelques jours, lorsqu'ils accompliront l'acte de la maternité.

» Je crois donc utile de constater ces faits, pour réfuter certaines erreurs et pour ajouter une vérité à l'histoire naturelle de l'insecte.

**M. Eug. Robert** adresse une Lettre concernant l'emploi du cuivre contre le *Phylloxera vastatrix*.

« Je crois, dit-il, avoir été le premier à signaler l'action conservatrice du cuivre ou du bronze sur les monuments en pierre. J'ai soumis, en 1846, cette idée à l'Académie; il a dû en être fait mention dans ses *Comptes rendus*. Ma Note, intitulée : *Moyens proposés pour préserver les statues et les marbres de toutes sortes exposés à l'air, des cryptogames, etc.*, a paru dans le *Moniteur des Arts* du 26 avril, même année. Depuis, ayant cru devoir être plus explicite, je suis revenu sur le même sujet, et j'en ai fait un article que le journal *les Mondes* a publié, dans le numéro du 11 novembre 1869, sous le titre de *Préservation de la pierre de l'action dégradante des cryptogames, par l'emploi du deutoxyde ou des sels de cuivre*. L'introduction dans la terre de rognures de cuivre, pour arriver à ce résultat, n'est-elle pas exactement ce que j'ai conseillé pour les monuments en pierre?

» Je ne réclame pas d'ailleurs la priorité, en ce qui touche l'appli-

cation de ce moyen préservatif, proposé par M. H. de Parville, pour éloigner ou détruire le *Phylloxera*.

M. P. A. Hartsen adresse une Note relative à deux alcaloïdes découverts par lui dans l'*Isopyrum thalictroïdes*, et à la présence d'un stéaroptène dans la *Clandestina rectiflora*.

M. P. Guyot adresse une Note sur l'aurore observée à Nancy le 23 juin.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 juin 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire;* t. XV, année 1871. Saint-Étienne, 1872; 1 vol. in-8°.

*Séance publique annuelle de la Société centrale d'Agriculture de France, tenue le dimanche* 12 *mai* 1872. *Présidence de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce.* Paris, 1872; in-8°.

*Percement de l'isthme de Suez. Description des travaux et ouvrages d'art définitifs, des machines et des appareils mis en œuvre sur les chantiers, des procédés et du matériel employés pour l'exploitation du canal maritime; par* L. Monteil; publié sous la direction de A. Cassagnes; planches. Paris, sans date; atlas in-folio.

*La médecine du bon sens. De l'emploi des petits moyens en médecine et en thérapeutique; par* P.-A. Piorry; 2e édition. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

*Discussion sur la mortalité des nourrissons; par* P.-A. Piorry. Paris, sans date; br. in-8°.

*Discussion sur l'infection purulente. Discours prononcé par M. le professeur* PIORRY *à l'Académie de Médecine.* Paris, sans date; br. in-8°.

*Infection purulente. Pyémie, septimo-pyémie, fièvre hectique; par* M. le professeur PIORRY. Paris, sans date; br. in-8°.

*Mémoire sur le pansement des blessures par armes à feu; par* le prof. PIORRY. Paris, sans date; br. in-8°.

(Ces quatre dernières brochures sont extraites du *Bulletin de l'Académie de Médecine.*)

*Dieu, l'âme et la nature; par* P.-A. PIORRY; 2e édition; Avant-Propos. Paris, 1870; br. in-12.

*Traité de plessimétrisme et d'organographisme, etc.; par* P.-A. PIORRY. Paris, 1866; in-8°, avec figures.

*Clinique médico-chirurgicale de la Ville; par* P.-A. PIORRY. Paris, 1869; in-8°.

*Note relative aux travaux d'anatomie, de physiologie, d'hygiène, de médecine et de chirurgie auxquels, depuis* 1856, *s'est livré* M. P.-A. PIORRY, *professeur de clinique médicale à la Faculté de Médecine de Paris.* Paris, sans date; in-4°.

*Étude géologique et chimique sur les eaux sulfureuses et bitumineuses de Saint-Boès; par* le Dr F. GARRIGOU. Paris, 1872; br. in-8°.

*Valeur comparative des eaux minérales de la France et de l'Allemagne; par* le Dr F. GARRIGOU. Paris, 1871; br. in-8°.

*Société de Médecine de Paris. Enquête sur la conduite des médecins allemands pendant la guerre de* 1870-1871. Paris, 1872; br. in-8°.

*De l'impaludisme; par* le Dr DUBOUÉ (de Pau). Paris, 1867; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

*L'aquarium d'eau douce, d'eau de mer, etc.; par* J. PIZZETTA. Paris, 1872; in-18 cartonné, avec figures.

*Les plantes médicinales et usuelles de nos champs, jardins, forêts; par* H. RODIN. Paris, 1872; in-18 cartonné, avec figures.

*Actualités scientifiques. Sur la force de la poudre et les matières explosives; par* M. BERTHELOT; 2e édition. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

*Études sur l'aménagement des forêts; par* L. TASSY; 2e édition. Paris, 1872; in-8°.

*La vie. Physiologie humaine appliquée à l'hygiène et à la médecine; par* M. le Dr Gust. LE BON. Paris, 1872; 1 vol. in-8°, avec figures.

*Études sur la cristallisation; par* M. REYNARD. Moulins, 1872; in-8°.

*Geological survey of Ohio report of progress in* 1870; *by* J.-S. NEWBERRY, chief geologist, etc. Columbus, 1871; in-8°, relié.

*Ohio valley Historical series.* Robert CLARKE et C° publishers Cincinnati. London, s. d.; br. in-8°.

*State of Ohio. Maps of grouped sections second geological district* 1870; portefeuille in-8° oblong.

*Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen;* sechzehnter Band vom Jahre 1871. Göttingen, 1872; in-4°.

*Abhandlungen, herausgegeben von der senchenbergischen naturforschenden Gesellschaft;* Achten Bandes erstes und zweites Heft. Frankfurt, 1872; in-4°.

*Das Venöse convolut der beckenhöhle beim Manne; von* J. VON LENHOSSEK. Wien, 1871; in-4°.

*Schweizerische meteorologische Beobachtungen;* Jahrgang, October, November 1870; April 1871. Zurich, 1870-1871; 4 liv. in-8°.

*Bidrag till sveriges officiela Statistik.* A. *Befolknings-Statistik ny följd,* XII-I.

*Statistiska central-byrans underdaniga berättelse for ar* 1870. Stockholm, 1872; in-4°.

*Sugli spettri prismatici de' corpi celesti;* Memoria del P. A. SECCHI. Roma, 1872; in-4°.

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 juin 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Société des Agriculteurs de France. Liste générale des membres par ordre alphabétique, par départements et par régions, arrêtée au* 1er *mai* 1872. Paris, 1872; br. in-8°.

*Société d'Horticulture de la Gironde. Exposition des produits de l'horticulture, du* 5 *au* 8 *septembre* 1872, *à Bordeaux.* Bordeaux, 1872; br. in-8°.

*Compte rendu des travaux de la Société de Médecine, Chirurgie et Pharmacie*

*de Toulouse, depuis le* 12 *juin* 1871 *jusqu'au* 12 *mai* 1872; 72[e] année, 1872. Toulouse, 1872; in-8°.

*Du mouvement d'un corps solide relié à un système matériel animé d'un mouvement relatif par rapport à ce corps; par* M. H. RESAL. Paris, 1872; in-4°. (Extrait des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure.*)

*Traité des plantes médicinales indigènes, précédé d'un cours élémentaire de botanique, etc.; par* le D[r] Antonin BOSSU. Paris, 1872; 1 vol. in-8°, avec atlas de 60 planches. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Relation sur les plaies de guerre observées à l'ambulance de Bischwiller* (1870-1871); *par* J. CHRISTIAN. Strasbourg, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

PAUL DE SAINT-ROBERT. *Mémoires scientifiques réunis et mis en ordre.* T. I, *Balistique.* Turin, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

*Cryptogamie médicale. Leçons professées en* 1869 *et en* 1870 *à l'École de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux; par* le D[r] L. MICÉ. Bordeaux, 1872; in-8°. (Présenté par M. Wurtz pour le concours Desmazières.)

*Nouveau système de fermeture de lampe de sûreté, inventé par* M. DINANT, *employé à la Compagnie des mines d'Anzin.* Valenciennes, 1872; opuscule in-8°. (Extrait de la *Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique.*)

(Renvoi à la Commission du prix des Arts insalubres.)

*Contributions to molecular physics in the domain of radiant heat; by* John TYNDALL. London, 1872; in-8°, relié.

*Astronomical observations made at the royal Observatory Edinburg; by* Charles PIAZZI-SMYTH; vol. XIII, for 1860-1869, with additions to 1871. Edinburg, 1871; in-4°, relié.

*Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti;* volume decimo sesto. Venezia, 1871; in-4°.

*Società reale di Napoli. Atti dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche;* vol. III-IV. Napoli, 1866-1869; 2 vol. in-4°.

*Annali della stazione sperimentale agraria di Udine*, anno primo, 1871. Udine, 1872; in-8°.

*Teoria de los numeros y perfeccion de las Matematicas; por* don V. PUYALS DE LA BASTIDA. Madrid, 1872; br. in-8°.

*Medizinische jahrbücher herausgegeben von der K. K. Gesellschaft der ärzte, redigirt von* S. STRICKER, Jahrgang 1872, 1 Heft. Wien, 1872; in-8°.

*Ziva sbornik vedecky Musea kralovstri ceskeho odbor prirodovedecky a mathematicky X.* Praze, 1872; br. in-8°.

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 juin 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France et imprimés par son ordre. Sciences mathématiques et physiques;* t. XX. Paris, 1872; in-4°, avec planches.

*Connaissance des temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an* 1873, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Mathieu.)

*Coup d'œil sur les mammifères fossiles de l'Italie; par* M. Paul GERVAIS. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

*Sur un singe fossile d'espèce non encore décrite, qui a été découvert au Monte-Bamboli (Italie); par* M. Paul GERVAIS. Paris, 1872; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

*Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par* MM. G. DARBOUX *et* J. HOÜEL; t. III, mai et juin; Paris, 1872; 2 n^os in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

*Études relatives aux inondations et à l'endiguement des rivières; par* M. DAUSSE. Paris, 1872; in-4°. (Extrait du tome XX des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

*Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, publié sous la direction du D^r JACCOUD. T. XV^e, FŒT-GÉNÉR. Paris, 1872; in-8°.

*Le cancer considéré comme souche tuberculeuse; par* le D^r E. BURDEL (de Vierzon). Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

*L'ambulance Bourjac. Compte rendu offert à la Société de Statistique de Marseille; par* le D^r A. SICARD. Marseille, 1872; br. in-8°.

*Introduction à Marseille du poisson chinois macropode et sa reproduction dans notre cité; par* le D^r A. SICARD. Marseille, 1872; br. in-8°.

*L'unité dans la création et les limites actuelles dans la variabilité des espèces; par* le Comte H. DE VILLENEUVE-FLAYOSC. Marseille, 1872; br. in-8°.

*Mémoire sur les propulseurs héliçoïdaux, présenté à l'Académie des Sciences; par* Ch. ANTOINE. Brest, 1872; in-folio autographié.

*Hygiène des pays chauds. Contagion du choléra démontrée par l'épidémie de la Guadeloupe, etc.; par* A. PELLARIN. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours Bréant, 1873.)

*Religion et patrie vengée de la fausse science et de l'envie haineuse; par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1872; in-12.

*Recherches sur les agents explosifs modernes et sur leurs applications récentes, recueillies et résumées par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1872; in-12.

*L'art des projections; par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1872; in-12.

*Théorie du vélocipède. Sur les lois de l'écoulement de la vapeur; par* M. J. MACQUORN-RANKINE, traduction de M. J.-B. VIOLLET, revue par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1870; in-12.

*Programme d'un cours en sept leçons sur les phénomènes et les théories électriques; par* M. John TYNDALL, traduit de l'anglais par M. l'abbé RAILLARD, revu par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1871; in-12.

*Géologie des Alpes et du tunnel des Alpes; par* M. Élie DE BEAUMONT. *Nouvelles observations géologiques sur les roches anthracitifères des Alpes; par* M. SISMONDA, traduit de l'italien par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1871; in-12.

*La lumière. Note d'un cours de neuf leçons sur le rôle scientifique de l'imagination; par* M. John TYNDALL, traduit de l'anglais par M. l'abbé RAILLARD, revu par M. l'abbé MOIGNO, accompagné d'un appendice *Sur l'arc-en-ciel* par M. l'abbé RAILLARD. Paris, 1872; in-12.

*Les métamorphoses chimiques du carbone; par* M. W. ODLING, traduit de l'anglais par M. l'abbé RICHARD, revu par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1870; in-12.

*Conspectus systematicus et geographicus avium europœarum; auctore* Al. DUBOIS. Bruxellis, MDCCCLXXI; in-8°.

*Mineralogia della Toscana; studj di* A. D'ACHIARDI; vol. I. Pisa, 1872; in-8°.

*Di alcuni fenomeni chi si manifestarono sulle linee telegrafiche durante la grande aurora boreale del 4 febbraio* 1872, etc., *Nota del prof.* G.-B. DONATI. Firenze, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

*Sulla nota del prof. P. Secchi intitolata :* Sull' ultima eclisse del 12 dicembre 1871, *Nota del prof.* L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; in-4°.

*Sullo spettro della luce zodiacale e della luce delle aurore polari. Communicazione del prof.* L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

*Osservazione dell' eclisse totale del 12 decembre 1871 à Poodoocottah nell' Indostan. Nota del prof.* L. RESPIGHI. Roma, 1872; in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages sont extraits des *Actes de l'Académie de' Lincei.*)

*The quarterly Journal of the Geological Society;* t. XXVI, n° 104; t. XXVII, n^os^ 105, 106, 108. London, 1870-1871; 4 n^os^ in-8°.

*List of the Geological Society of London;* november 1871. Londres, sans date; in-8°. (Deux exemplaires.)

---

### PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1872.

*Annales de Chimie et de Physique;* juin 1872; in-8°.

*Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris;* 6^e^ livraison, 1872; in-8°.

*Annales du Génie civil;* juin 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* n^os^ 23 à 25, 1872; in-4°.

*Association Scientifique de France;* Bulletin hebdomadaire, n^os^ des 2, 9, 16 et 23 juin 1872; in-8°.

*Atti del reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti;* 5^e^ cahier, Milan, 1872; in-8°.

*Bibliothèque universelle et Revue suisse;* n^os^ 174, 1872; in-8°.

*Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris;* n^os^ 53 et 54, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société Botanique de France;* Revue bibliographique, B. C., 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* juin 1872; in-4°.

*Bulletin de la Société de Géographie;* avril 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société Géologique de France;* n° 3, 1872; in-8°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* numéro du 15 juin 1872; in-8°.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France;* n° 6, 1872; in-8°.

*Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris;* mai 1872; in-8°.

*Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto;* n° 5, 1872; in-4°.

*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano;* n° 5, 1872; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* n^os^ 23 à 26, 1^er^ semestre 1872; in-4°.

*Chronique de l'Industrie;* n^os^ 18 à 21, 1872; in-4°.

*Écho médical et pharmaceutique belge;* n° 6, 1872; in-8°.

*Gazette des Hôpitaux;* n^os^ 64 à 74, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* n^os^ 23 à 25, 1872; in-4°.

*Journal de Médecine de l'Ouest;* 1^er^ trimestre, 1872; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique;* n^os^ 23 à 26, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture;* n^os^ 166 et 167, 1872; in-8°.

*Journal de l'Eclairage au Gaz;* n^os^ 11 et 12, 1872; in-4°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées;* juin 1872; in-4°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* juin 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* n^os^ 11, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre;* n^os^ 8 à 11, 1872; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n^os^ 13 à 16, 1872; in-8°.

*La Revue scientifique;* n^os^ 50 à 52, 1872; in-4°.

*L'Abeille médicale;* n^os^ 24 à 26, 1872; in-4°.

*L'Imprimerie;* mai 1872; in-4°.

*Le Gaz;* n° 12, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* n° 12, 1872; in-4°.

*Le Moniteur scientifique-Quesneville;* juin 1872; gr. in-8°.

*Le Mouvement médical;* n^os^ 23 à 25, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* n^os^ 6 à 8, 1872; in-8°.

*Marseille médical;* n° 6, 1872; in-8°.

*Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine;* n° 6, 1872; in-8°.

*Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani;* avril 1872; in-4°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n$^{os}$ 7 à 14, 1872; in-12.

*Répertoire de Pharmacie;* mai 1872; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* juin 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* juin 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* n° 12, 1872; in-8°.

*Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle;* n$^{os}$ 32 à 34, 1872; in-8°.

*Revue maritime et coloniale;* juin 1872; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* juin 1872; in-8°.

*Revue des Sciences naturelles;* t. I, n° 1, 1872; in-8°.

*Société Entomologique de Belgique;* n° 75, 1872; in-8°.

*The Food Journal;* n° 29, 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* n$^{os}$ des 1, 8, 15, 22 juin 1872; in-4°

---

## *ERRATA.*

(Séance du 11 mars 1872.)

Page 740, ligne 17, *au lieu de* trouve, *lisez* trouvera.
» ligne 19, *au lieu de* le, *lisez* l'a.
Page 742, ligne 4, par en bas, *au lieu de* 1846, *lisez* 1845.

(Séance du 18 mars 1872.)

Page 795, dernier mot, *au lieu de* 000, *lisez* 825.

(Séance du 22 avril 1872.)

Page 1102, ligne 4, *au lieu de* 8,3, *lisez* 8,2.
» ligne 12, *au lieu de* 7,6, *lisez* 7,1.
Page 1132, ligne 27, *au lieu de* $6^h 50^m$, *lisez* 6 heures.

(Séance du 3 juin 1872.)

Page 1469, lignes 11 à 14; les longitudes de Relizane, le Sig, Oran et Philippeville sont des longitudes Est, *et non pas* Ouest.
Page 1470, ligne 11, *au lieu de* 19° à 25° 00, *lisez* 19°25'.

FIN DU TOME SOIXANTE-QUATORZIÈME.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

## TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1872.

## TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXIV.

### A

## B

## C

## D

# E

## F

G

## H

## I



## L

# M

## N

## O

## P

## R



## S

## T

## V

## Z

# TABLE DES AUTEURS.

## A



## B

## C

# D

## E

# F

## G

## H

## I



## J

## K



## L

## M

## N

## P

## Q



## R

# S

# T

U



V

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.